…es. g.
2 c

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Unterhaltungen

über Gegenstände

aus dem Gebiete

der Physik, Chemie und Geologie

in ihrer Anwendung

auf das bürgerliche Leben

in populärer Darstellung

von

Gustav Bischof.

Mit 5 Holzschnitten im Text.

Bonn,

bei Adolph Marcus.

1849.

Populäre Briefe

an

eine gebildete Dame

über die

gesammten Gebiete der Naturwissenschaften.

Von

Gustav Bischof.

Zweites Bändchen.

Mit 5 Holzschnitten im Text.

Bonn,

bei Adolph Marcus.

1849.

546. D.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Naturwissenschaftliche Kenntnisse in denjenigen Kreisen zu verbreiten, in denen sie noch wenig verbreitet sind, durch Hinweisen auf das an unabänderliche Gesetze geknüpfte Walten in der Körperwelt dem Verstande Nahrung zu geben, durch das Große und Erhabene in der Natur das Gemüth auf das Ewige und Unendliche hinzulenken: dieß war es, was auch bei der Herausgabe dieses Bändchens mir vorschwebte.

Tadelt man, wenn Wenige Alles für das Volk besorgen wollen, so wird dieser Tadel nicht die Wenigen treffen, welche es in seinem Wohnplatze heimisch zu machen suchen, welche denen, die fremd in der Natur sind, in ihr Bürgerrecht verschaffen wollen, welche aufmerksam machen, wie naturwissenschaftliche Kenntnisse in ihrer Anwendung auf das bürgerliche Leben Arbeit schaffen, und materielle Bedürfnisse befriedigen. In welchem Gebiete des

Wissens giebt es aber mehr Fremdlinge, als in dem der Naturwissenschaften? —

Den Lehrern auf gelehrten Schulen, welche den meist undankbaren Beruf haben, in den Naturwissenschaften zu unterrichten, welche beschränkt an Mitteln sind, um Anschauung zu gewähren und deßhalb nur wenig zu leisten vermögen, wird kaum Ebenbürtigkeit mit ihren philologischen Amtsgenossen zuerkannt. Die Mehrzahl der auf solchen Schulen gebildeten Schüler und darunter meist diejenigen, welche das Lehramt in alten Sprachen erstreben, versäumen auf den Hochschulen, naturwissenschaftliche Lücken auszufüllen, ja sie vergessen meist noch das Wenige, was sie früher erlernt haben. Solche Zöglinge, wenn sie Lehrer oder gar Leiter gelehrter Schulen werden, mögen ihre Schüler für die alten Sprachen und für das classische Alterthum begeistern; Sinn, Empfänglichkeit und Liebe für das Studium der Naturwissenschaften, der exacten Wissenschaften, wie unsere überrheinische Nachbarn sie nennen, vermögen sie nicht zu erwecken, wenn sie nicht nach gerade das Gegentheil bewirken. Das positive Recht, welches Streitigkeiten der Menschen schlichtet, kann nicht über streitende Naturkräfte gebieten, und doch wird von Denjenigen, die administriren und das materielle Wohl des Volkes fördern wollen, kaum mehr gefordert, als zu wissen, was Rechtens ist.

Ein Widerstreben von verschiedenen Seiten ist

Bayerische Staatsbibliothek München

zu bekämpfen, ehe es dahin kommen wird, daß die Naturwissenschaften, gleich den alten Sprachen ꝛc. zu den allgemeinen Bildungsmitteln erhoben werden. Sind auch die Zeiten vorüber, wo die Gelehrsamkeit nach dem Wissen in der Theologie, Jurisprudenz, Philologie und Philosophie gemessen wurde, wo die Gelehrten in diesen Fächern damit prunkten, von den Naturwissenschaften nichts zu wissen: so ist doch noch nicht die Zeit gekommen, wo man solcher Unwissenheit sich schämt.

Das Gebiet der Naturwissenschaften reicht bis zu den fernsten Sternen: es ist unbegrenzt; aber selbst in der engen Begrenzung des wirklich Erforschten ist es noch höchst ausgedehnt. Wissenschaften von solchem Umfange können, sofern sie nur als allgemeine Bildungsmittel dienen, nicht systematisch gelehrt und gelernt werden. So wie man fremde Sprachen durch den Aufenthalt in den Ländern, in welchen sie gesprochen werden, ohne Grammatik lernt: so kann man auch die Sprache der Natur ohne schulgerechten Unterricht verstehen lernen, wenn man nur heimisch in ihr wird.

Ob es mir durch den in diesen Blättern eingeschlagenen Weg gelungen ist, Empfänglichkeit für die Naturwissenschaften zu erwecken, Mittel zur naturwissenschaftlichen Bildung darzubieten, mit den Beziehungen, welche Naturerscheinungen zu unserm Leben haben, vertraut zu machen und das Höhere, das Unvergängliche im Vergänglichen, die innige

Harmonie im großen Ganzen kennen zu lernen: dieß muß ich dem Urtheile sachkundiger Richter überlassen. Sollte dieses Urtheil nicht ungünstig ausfallen, so dürften diese Blätter wohl geeignet sein, auch in Schulen naturwissenschaftliche Bildung zu verbreiten.

Bonn, im September 1848.

Der Verfasser.

Inhalt.

Siebzehnter Brief.

Durch die ganze Natur läßt sich ein Herrschen und Beherrschtwerden verfolgen. S. 1. — Wie die mächtigsten und härtesten Felsen bezwungen werden 2. — Durch die in Fäulniß übergegangenen Wurzelfasern werden Raseneisensteine gebildet 3. — Ohne Fäulniß würden wir keinen Schwefel haben 4. — Bildung des Schwefels auf Sicilien 5. — Die Pflanzen und Thiere sind die Sammler vieler Stoffe 5. — Die Pflanzen ziehen Kali aus dem Feldspath 6. — Natron aus dem Meerwasser 7. — Je mehr Phosphorsäure der Boden enthält, desto fruchtbarer ist er 8. — Große Wichtigkeit dieser Säure für Menschen und Thiere 8. — Sie findet sich in den meisten Gesteinen 9. — Jod im Meerwasser und seine Bedeutung 10. — Wichtige Verwendung des Gypses im Meerwasser. 11. — Wie sich aus faulenden Seegräsern und Holz Eisenkies bildet 12 und 14. — Vorkommen desselben in sedimentären Formationen 13. — Ungeheure Ausdehnung des schwimmenden Seegrases im Golphstrome 14. — Nützliche

Verwendung des Eisenkieses 15. — Thiere bringen die großartigsten mineralogischen Bildungen, die Koralleninseln zu Stande 16. — Unterscheidung dieser Gebilde. Küstenriffe, Dammriffe und Korallen- oder Lagunen-Inseln (Atolle) 17. — Vorkommen der Korallenbänke 18 u. 20. — Korallenthiere 20. — Koralleninseln, Korallenbänke und Riffe bestehen aus den kalkigen Knochengerüsten der Korallenthiere 21. — Wie sich die Koralleninseln allmälig aus dem Meere erheben 22. — Wo die Korallen am besten gedeihen 22. — Die Korallenthiere führen ihren Bau nicht aus unergründlicher Tiefe herauf 23. — Sie leben nicht in größeren, als in etwa 200 F. Tiefen 24. — Eine weit ausgedehnte Region der australischen Welt scheint im Sinken begriffen zu sein 24. — Sinken eines Theiles der Westküste von Grönland 25 u. 27. — Rührt nicht von Erdfällen her 32. — Senkung und Hebung von Schweden 27 u. 29. — Sinken der Küsten von Dalmatien 29 u. 30. — Zahllose Erdfälle in Istrien und Dalmatien 30. — Wie Erdfälle entstehen 31. — Sie finden sich vorzugsweise im Kalkgebirge 31. — Senkungen an der kleinasiatischen und syrischen Küste 32. — Langsames und plötzliches Sinken. Erdbeben. Gleichzeitige Hebung 33.

Achtzehnter Brief.

Der verhängnißvolle Schalttag des Jahres 1848. S. 35 u. 40. — Fester Bau der Korallenthiere 40. — Wirkliches Wachsen der Korallenstöcke 41. — Außerordentliche Fruchtbarkeit auf den Koralleninseln 41. — Der kohlensaure Kalk im Meerwasser liefert das Material zu den Koralleninseln 42. — Die Korallen bauen nur im klarsten und reinsten Wasser 42. — Bildung der Kalkschalen der Schal- und Muschelthiere nnd der Knochen in den Thieren 43. — Wie viel Meerwasser eine Au-

ſter für die Bildung ihrer Schale aufnehmen muß 44. — Nur durch eine kräftige organiſche Thätigkeit kann der Kalk abgeſchieden werden 45. — Infuſorien in Kalkſteinen 46. — Wie man ſich einen Begriff von ihrer Kleinheit machen kann 47. — Kreidegebirge aus Korallenthierchen 48. — Vielleicht ſind alle aus Meeresabſätzen gebildete Kalkgebirge bloß zuſammen gehäufte Kalkſchalen untergegangener kleiner Seethierchen 49 u. 50. — Herrſchaft der organiſchen Natur über die unorganiſche 51. — Das organiſche Leben ſcheidet Kieſelſäure aus dem Meere ab 51. — Unſichtbar kleines, mikroskopiſches Leben in der Nähe beider Pole, und in großen Meerestiefen 52. — Auch in den Eismeeren der hohen alpiniſchen Regionen 53. — Gletſcher-Flöhe 53. — Die oceaniſchen, mikroskopiſchen Thierchen ſind in weit überwiegender Menge die kieſelſchaligen 54. — Sie finden ſich auch im Thiergarten bei Berlin 54. — Kieſelguhr oder Bergmehl, Polierſchiefer beſtehen ganz oder zum Theil aus den Schalen der Panzer-Infuſorien 55. — Ein jedes Kieſelpanzer-Thierchen muß mindeſten 33333 Mal ſo viel Waſſer verſchlucken, als es wiegt 56. — Wie der Abſatz der Stoffe aus dem Blute erfolgt 57. — Nicht ſo kann in den Schalthieren der Abſatz des Kalks und der Kieſelſäure aus dem Meerwaſſer erfolgen 57. — Die Kräfte im unſichtbar kleinen, mikroskopiſchen Leben überbieten alle anderen in der Natur wirkſamen Kräfte 58. — Beſchaffenheit der Infuſorien 58. — Außerordentliche Vermehrung der Räderthierchen, und noch viel größere der polygaſtriſchen Infuſorien 59. — Belohnung des Erfinders des Schachſpiels 60. — Die Zunahme der Nachkommen einer Räderthierchen-Mutter erfolgt in einem noch viel raſcher ſteigenden Verhältniſſe, als die Progreſſion der Getreidekörner im Schachbrette 61. — Welche Schicht Kieſelguhr durch die Nachkommen eines einzigen Räderthierchens entſtehen kann 62.

Neunzehnter Brief.

Kreislauf, welchem die unorganischen Stoffe unterworfen sind S. 63. — Metamorphosen des kohlensauren Kalks. Kreislauf in den organischen Stoffen. Zerstörung 64. — Zerstörung ist dem Wesentlichen nach nichts anderes als Formveränderung. Metamorphosen 65. — In der Materie liegt nichts, wodurch sie zerstört werden kann 66. — Die organische Natur ist an die Existenz der Sonne geknüpft 67. — Unsere Erde trägt nichts in sich, was zur absoluten Zerstörung führen kann 68. — Sie wird nicht durch Kometen zerstört werden 69. — Auch nicht durch das Feuer 70. — Ob sie durch Kälte unbewohnbar werden kann 71. — Abnahme der Wärme mit der Höhe. Temperatur des Weltenraums 72. — Die Erde kann in der Schöpfungsperiode nicht so kalt, wie der Weltenraum gewesen sein 73. — Sie muß wärmer gewesen sein 74. — Die Sonne eine feurige Kugel 75. — Wie man die Temperatur-Abnahme der Erdkugel berechnen kann 76. — Ursachen, wodurch dem Innern der Erde Wärme entzogen wird 77. — Die größere Zahl aller Quellen auf Erden sind Thermen, welche dem Innern der Erde Wärme entziehen 77. — Abschmelzen der Gletscher auf ihrer untern Fläche auf Kosten der Erdwärme 78. — Durch aufsteigende Wasserströmungen wird dem Grunde der See'n und der Meere Wärme entzogen. Ebenso durch die aufsteigende Lava und durch Gasentwicklungen 79. — Was geschehen würde, wenn einstens alle Centralwärme aus dem Inneren verschwunden wäre 81. — Was die Wärme ist 82. — Unerschöpfliche Wärmequelle im Feuerstahl 83.

Zwanzigster Brief.

Die Wärme, die Urkraft in der Pflanzenwelt, ruft die übrigen Kräfte in's Leben S. 84. — Kraft der Wurzeln, in die Erde zu bringen 84. — Kraft der Wurzeln, das Licht zu fliehen und gute Erde zu suchen, Steine aus einander zu treiben 85. — Wichtige Bedeutung dieser Kraft im Haushalte der Natur 86. — Wirkungen durch den Wechsel der Wärme. Frierendes Wasser treibt die Felsen aus einander 87. — Von der Wärme hängt das Thierleben ab. Thierische Wärme 87. — Unabhängigkeit derselben von der äußern Lufttemperatur 88. — Die thierische Wärme ist die Ursache der Circulation des Bluts 89. — Die Pflanzen erhalten ihre Wärme von außen, die Thiere erzeugen sie selbst 90. — Bestimmung der Geschöpfe der höheren Ordnungen, im Winter wie im Sommer, im heißesten wie im kältesten Erdstriche zu leben 90. — Die Insekten leben großentheils nur zur Sommerzeit 90. — Die oceanischen, mikroskopischen Thiere halten in hohen Kältegraden aus 91. — Jeder Himmelsstrich hat seine besondern Landthiere 91. — Die Vögel haben die ausgebreitetsten Wohnorte 92. — Thiere, welche den Winter in einer Art von Betäubung zubringen 92. — Thiere, welche den Winterschlaf halten. Der Igel, die Fleder-, Wald-, Eichel- und Haselmaus, der Hamster und das Murmelthier 93. — Unempfindlichkeit der Murmelthiere in ihrem Winterschlaf 94. — Geringe Lebenswärme derselben 95. — Der Winterschlaf der Bären ist von anderer Art 96. — Der Zustand der Winterschläfer hat die größte Aehnlichkeit mit dem der Pflanzen 97 — Der Mensch hat die Fähigkeit, in allen Himmelsstrichen zu leben 97. — Während der Ruhe, im Schlafe, produciren Menschen und Thiere weniger Wärme, als im Wachen 98. —

Die thierische Wärme der kaltblütigen Thiere hängt von der Temperatur der Flüssigkeit ab, in der sie leben 98. — Die Bewohner des Wassers leben in einer sehr gleichförmigen Temperatur 99. — Die Fische leiden durch ungewöhnliche Temperaturwechsel mehr, als die warmblütigen Thiere 100. — Auch die Fische haben Athmungswerkzeuge 101. — Sie befinden sich unter einer Eisdecke in einem Zustande der Betäubung, wie die Winterschläfer 101. — Die Thiere im Meere sind in verschiedenen Tiefen nach Gattungen vertheilt 101 u. 103. — Tiefe im Meere, bis zu welcher das thierische Leben reicht 102. — Die Temperatur des Meeres nimmt mit der Tiefe ab 102. — Verschiedene Himmelsstriche und Höhen und verschiedene Meerestiefen haben verschiedene Thiere und Pflanzen 103. — Tiefe im Meere, bis zu welcher das Pflanzenleben reicht 103.

Ein und zwanzigster Brief.

Die Wärme ein Geschenk der Sonne und ein Eigenthum aller irdischen Körper S. 105. — Jedem Körper ist eine unendliche Menge Wärme zugetheilt 106. — Die Wärmemenge in flüssigen Körpern ist noch größer, als in festen 107. — Wie man ihre Gegenwart in jenen erkennt 108. — Compressions-Feuerzeug 109. — Körper werden durch oft und schnell wiederholten Druck, durch Hämmern, Walzen und Prägen sehr heiß 110. — Bei plötzlicher Ausdehnung oder Verdünnung der Körper entsteht Kälte. Wassersäulen-Maschine zu Schemnitz 110. — Entwicklung der Wärme durch Verbrennen 111. — Ungeheure Wärmeentwicklung beim Zusammengießen von Terpenthinöl, Salpetersäure und Schwefelsäure 111. — Bei den meisten chemischen Processen wird Wärme entwickelt 112. — Kälte bei Auflösungen von Salzen 113. —

Chemische Processe im thierischen Körper, wodurch Wärme entwickelt wird 114. — Auch beim Auflösen fester Körper in flüssigen wird Wärme entwickelt 115. — Wärmeentwicklung bei allen Gährungen 115. — Bei der Fäulniß 116. — Durch den Athmungsproceß wird der größte Theil der thierischen Wärme entwickelt 116. — Worin dieser Proceß besteht 117. — Veränderung der Luft durch diesen Proceß 118. — Menge der ausgeathmeten Kohlensäure. Sie ist je nach dem Alter, Geschlechte und der Constitution der Menschen verschieden 119 u. 121. — Wärmemenge, welche sich beim Verbrennen der Kohle entwickelt 121. — Die saure Gährung hat eine große Aehnlichkeit mit dem Respirationsprocesse 122. — Noch mehr die Fäulniß 123. — Die Wärmeentwicklung im thierischen Körper deckt den Wärmeverlust nach außen 124.

Zwei und zwanzigster Brief.

Je schneller das Athmen, desto stärker die Wärmeentwicklung S. 125. — In der Ruhe langsamer Blutumlauf, langsames Athmen und geringe Wärmeentwicklung 126. — Die Murmelthiere zeigen, wie mit vermindertem Athmen und Sauerstoffverbrauche die thierische Wärme abnimmt 127. — Ebenso der Igel, die Fleder- und Eichelmaus 128. — Der beim Athmen aus dem Blute abgeschiedene Kohlenstoff wird durch die Nahrungsmittel wieder ersetzt 129. — Wie viel ein erwachsener Mensch Kohlenstoff aufnimmt 129. — Auch ein Theil des Wasserstoffs im Blute wird beim Athmen ausgeschieden 130. — Je größer die Aufnahme des Sauerstoffs, desto größer der Verbrauch der aufgenommenen Nahrungsmittel 130. — Je mehr wir uns bewegen, desto mehr bedürfen wir Nahrung 131. — Im Sommer wie im Winter wird dem Blute dieselbe Menge Luft zugeführt 132. — Warum wir im Winter

größern Appetit als im Sommer haben 133. — Kälte und Hunger reiben den Körper in kurzer Zeit auf 133. — Die Menge der Nahrungsmittel richtet sich nach der Zahl der Athemzüge und nach der Wärme, welche wir nach außen verlieren 134. — Warum die Reichen gewöhnlich mehr Krankheiten ausgesetzt sind, als die Armen 135. — Sitzende Lebensart und reichlicher Genuß von Speisen fordern Bewegung und Abkühlung 136. — Aufenthalt in freier Luft macht Appetit 137. — Ebenso anhaltendes Sprechen und Singen 138. — Warum wir Mittags mehr Speise zu uns nehmen können, als Abends 138. — Ruhe nach dem Mittagsessen ist zuträglich 139. — Wer das Zimmer hüten muß, soll Diät halten 140. — Bei Mangel an Nahrung und unvermindertem Athmen schwindet das Fett 141. — Die Winterschläfer nehmen während ihres Schlafes mehr oder weniger ab 141 u. 142. — Wie der Tod bei gestörter Verdauung erfolgt 143. — Schwere und Wärme, diese beiden Urkräfte, sind nicht bloß ein Eigenthum unserer Erde 144. — Die Wärme verbreitet sich unabhängig von der Schwere und gehorcht ihr nicht. Imponderabilien 145. — In wie fern die Wärme eine Materie sein kann 146. — Die Schwere ist keine Materie, sondern eine Eigenschaft; die Wärme ist aber keine Eigenschaft 147. — Die Wärme scheint eine Ursubstanz zu sein, welche di Existenz aller Materie bedingt 148.

Drei und zwanzigster Brief.

Das Princip der Kaltwasser-Curen 150—151. u. 164. Temperatur des menschlichen Körpers 152. — Sie verändert sich sehr wenig und steigt selbst im heftigsten Schweiße und in hitzigen Krankheiten nur sehr wenig 153. — Kälte durch Verdunstung des Schweißes 154. — Sie steigert sich durch

Zugluft 155. — Partielle Erkältungen durch Zugluft. Plötzliche Abkühlung des transspirirenden Körpers 156. — Keine Erkältung bei Bewegung 157. — Maaß der Erkältung des transspirirenden Körpers in der Zugluft 158 u. 159. — Die Erkältung ist um so bedeutender, je trockner die Luft ist 160. — Bei welchen Kältegraden der Mensch ohne Schutz und Bekleidung stirbt 160. — Hohe Kältegrade kann der Mensch ertragen, wenn er sich bewegt 161. — Sie bewirken Betäubung und Berauschung 162. — Größere Kälte ohne Wind ist leichter, als geringere mit Wind zu ertragen 162. — Durch Verdunstung erkältet sich der Mensch bei weitem mehr, als durch Ableitung der Wärme 163. — Wirkung der Winterfenster 164. — Durch Einwickeln unsers Körpers in ein nasses Tuch wird seine Temperatur nur wenig vermindert 165. — Ungewöhnliche Wärmeentziehung spornt den Wärmeentwicklungs-Proceß in unserm Körper an 166. — Transpiration im eingeschlagenen nassen Tuche. Abreiben und Frottiren des transpirirenden Körpers 167. — Unterbrechung der Transpiration 168. — Durch nachherige Bewegung wird der innere Wärmeentwicklung-Proceß wieder angefacht 169. — Die wärmste Jahreszeit ist nicht die günstigste für die Kaltwasser-Curen 169. — Welche Wirkung die große Wärmecapacität des Wassers auf unsern Körper ausübt 171. — Naßkälte 172. — An nebeligen und regnerischen Tagen kann die Cur nur wenig nützen 172.

Vier und zwanzigstrr Brief.

Verbrennung und Athmen sind identische Processe 174. — Beim Verbrennen findet Feuer-, beim Athmen bloß Wärmeentwicklung statt 175. — Bei sitzender Lebensart darf die Temperatur der Umgebung nicht unter ein gewisses Minimum herabkommen 176. — Unser Körper ist nur für eine gewisse

unveränderliche Temperatur organisirt 177. — Wärmeentwicklung, Respiration und Ernährung werden durch die Kaltwasser-Curen belebt und gesteigert 178. — Nach längerer Behandlung mit sehr kaltem Wasser treten exorbitante Schweiße ein 178. — Gifte gehören zu den kräftigsten Arzneimitteln 179. — Kälte ist zu den Giften zu zählen 179. — Wechsel von Wärme und Kälte ist das Hauptprincip der Kaltwasser-Curen 180. — Behandlung unsers Körpers nach dem Schwitzen überhaupt 181. — Unter welchen Umständen der Körper mit kaltem Wasser zu behandeln ist 182. — Folgen der Vernachlässigung der Haut 183. — Durch die Transpiration werden flüchtige Stoffe entfernt 184. — Nicht bloß die Bestandtheile der Mineralwasser, auch reines Wasser gehört zu den Arzneimitteln 185. — Gastein und Pfäffers 185. — Die Bestandtheile der Quellwasser richten sich nach den Gebirgsformationen 186. — Sie scheinen für die Kaltwasser-Curen von geringer Bedeutung zu sein 187. — Mystificationen bei diesen Curen 187. — Diät 188 bis 190. — Extreme Vorschriften 190 u. 191. — Aehnlichkeit zwischen Kaltwasser-Curen und russischen Dampfbädern 192. — Höchste Hitzgrade, welche Menschen ertragen können 192. — In Dampfbädern wird die Transpiration durch äußere, in Kaltwasser-Anstalten durch innere Wärme bewirkt 193. — Größte Badehitze, welche der Mensch ertragen kann 194. — Durch hitzige Krankheiten und durch äußere Hitze steigt die Blutwärme bis zu gleicher Temperatur 195. — Warum in der Luft eine höhere Temperatur, als im Wasser ertragen werden kann 195. — Uebermäßig warme Bäder sind der Gesundheit äußerst nachtheilig 196. — Warum die ruhende Hand in heißem Wasser länger aushalten kann, als die bewegte 197. — Die durch Wasserdämpfe erzeugte Hitze ist viel unerträglicher, als die trockne 198. — Große Sommerhitze und feuchte Luft sind lästig 198. — Feuchte Luft kann bald Kälte, bald Wärme in uns hervor-

rufen 199. — Die durch Transpiration entweichende Feuchtigkeit rührt vom Blute her 200. — Auch durch das Ausathmen verliert der Körper Feuchtigkeit 201. — Die natürliche Wärme der Gewässer und die künstliche sind identisch 202. — Ein in der Tiefe der Erde erwärmter Säuerling ist aber ein ganz anderes Wasser, als ein künstlich erwärmter 203. — Warme Kohlensäuerlinge gehören zu den Seltenheiten 204. — Warme Soolquelle zu Neusalzwerk 204. — Gastein, Carlsbad. Mineralquellen verlieren beim Erwärmen oder Erkalten nicht bloß gasförmige, sondern auch feste Bestandtheile 205. — Eisenocherabsätze aus Quellen 206. — Leichte Veränderung der Schwefelquellen. Schwefelthermen zu Baden bei Wien 206.

Fünf und zwanzigster Brief.

Der Naturforscher ist der wahre Kosmopolit S. 208. — Feste, tropfbarflüssige, gas- oder luftförmige Körper 209. — Der luftförmige Zustand ist der unsichtbare 210. — Es giebt auch farbige Gasarten 210. — Bildung der Tropfen. Bleischrot sind Bleitropfen 211. — Die Luftarten besitzen expansive Elasticität 212. — Schwierige Zusammendrückbarkeit der tropfbarflüssigen Körper durch eine gewöhnliche Erscheinung erläutert 213. — Aggregatformen der schweren Materie 213. — Abhängigkeit derselben von der Wärme. Flüchtige und feuerbeständige Körper 214. — Unbeständige Luftarten 215. — Niedriger Siedepunct der Blausäure 216. — An die Eigenschaft des Wassers, in jeder Temperatur zu verdunsten, ist alles Leben auf Erden geknüpft 216. — Beständige Luftarten 217. — Atmosphäre 217. — Die Luftarten sind nicht vollkommen durchsichtig 218 u. 226. — Viel weniger durchsichtig als die Luft ist Wasser und Glas 219. — Wie viel die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Luft von ih-

rem Lichte verlieren 219 u. 220. — Dieses Licht erleuchtet die Luft 221. — Je undurchsichtiger ein Körper, desto mehr wirft er die Lichtstrahlen zurück 221. — Woher es kommt, daß Wasser und Glas in sehr großen Entfernungen gesehen werden 222. — Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen 223 u. 224. — Glasscheiben können wie Spiegel wirken 225. — Ein vollkommen durchsichtiger Körper würde gar nicht mehr wahrgenommen werden 226.

Sechs und zwanzigster Brief.

Es ist von großer Wichtigkeit für die Menschen, daß die Luft nicht vollkommen durchsichtig ist S. 228. — Welche Störungen eintreten würden, wenn sie es wäre 229 u. 231. — Wir würden im Lichte und in der Finsterniß gleichzeitig wandeln 231. — und die Sterne neben der Sonne am schwarzen Himmel sehen 232. — Regelmäßige tägliche Zu- und Abnahme des Sonnenlichts 232. — Wirkt sehr wohlthätig auf unsere Augen 233. — Der plötzliche Wechsel zwischen Licht und Finsterniß würde die Sehekraft unserer Augen zerstören 234. — Dämmerung 234. — Die Luft hat den rechten Grad der Durchsichtigkeit 235. — Wann die Sterne sichtbar werden 236. — Eintritt der völligen Dunkelheit 237. — Scheinbarer und wahrer Horizont 238. — Scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde 238. — Astronomische und bürgerliche Dämmerung 239. — Dauer der ersteren 240. — Die Zeit der hellen Nächte 240. — Die Dämmerung kürzt die Nächte ab 241. — Vielleicht begünstigt die Dämmerung das Pflanzenwachsthum 242. — Die langen Tage im hohen Norden kürzen die Dauer der Vegetation ab 242. — Große Wichtigkeit der schiefen Stellung der Erdaxe 243. — Nördliche und südliche Breite. Niedere und höhere Breiten 243. — Beziehung der Jahres-

und Tageszeiten zur organischen und unorganischen Natur 244. — Bestimmung der Höhe der Atmosphäre aus der Dauer der Dämmerung. Abnahme der Dichtigkeit der Luft mit der Höhe 245. — Erste Dämmerung ist von der zweiten zu unterschei- den 247. — Rechnungsfehler sind zu unterscheiden von Beob- achtungsfehlern 248. — Ob das Luftmeer begrenzt ist? 249.

Sieben und zwanzigster Brief.

Beziehung zwischen der Atmosphäre und den Vermu- thungen über den Zustand lebender Wesen auf andern Welt- körpern S. 251. — Barometer 251. — Wie hoch die Atmo- sphäre wäre, wenn sie gleiche Dichtigkeit hätte 252. — Ge- setz der Abnahme der Dichtigkeit 253. — Große Verdünnung in mäßigen Höhen 254. — Die Luft wird von der Erde an- gezogen 255. — Begrenzung der Atmosphäre. Sie ist eine Eigenthümlichkeit der Erde 256. — Gründe dagegen 257. — Brechung der Lichtstrahlen 257. — Auch der Mond und die Planeten scheinen Atmosphären zu haben 258. — Schlüsse nach der Analogie 259. — Lebende Wesen auf anderen Weltkörpern können nie wahrgenommen werden 260. — Weltkörper kön- nen ohne organisches Leben nicht gedacht werden 261. — Das Unorganische ist etwas Abgeschlossenes, für sich keiner Vervoll- kommnung fähig 262. — Auf der Erde geschieht Alles im Dienste einer organischen Natur. Sollte es auf andern Welt- körpern anders sein? 263. — Die Sonnen sind die Urquellen des Lichts und der Wärme 264. — Die Hauptbedingungen alles organischen Lebens sind Licht, Wärme, Luft und Wasser 265 u. 267. — Die Gegenwart des Wassers auf anderen Planeten setzt die Gegenwart einer atmosphärischen Luft vor- aus 266. — Möglichkeit organischen Lebens auf andern Pla- neten 266. — Flüssigkeiten führen den organischen Wesen

Nahrungsmittel zu 267. — Wasser und Luft können auf den Planeten anders, als auf unserer Erde sein 268. — Unorganische Bestandtheile der Planeten. Meteorsteine 268. — Die Venus zeigt Verhältnisse, welche ähnlich denen auf unserer Erde sind 269. — Aber auch große klimatische Verschiedenheiten 271. — Bewohner der Venus 272.

Acht und zwanzigster Brief.

Das Barometer ist eine Wage 273. — Messung der Höhe der Berge mit dem Barometer 274. — Es ist schwierig, sie auf andere Weise zu messen 275. — Durch das Barometer findet man die Höhe über der Meeresfläche 276. — Mittlerer Barometer- und Thermometerstand 277. — Die Reduction der Barometerstände auf eine Normaltemperatur 278. — Höhenmessungen liefern belehrende und nützliche Ergebnisse 279. — Das Barometer, ein belehrender Begleiter für Reisende 280. — namentlich auf Alpenreisen 281. — Wichtige Beobachtungen, welche mit dem Thermometer gemacht werden können 282. — Abnahme der Quellentemperatur mit der Höhe. Quellen, welche von Gletschern herrühren 283. — Aufsteigende und daher wärmere Quellen 284. — Warum das kalte Quellwasser mit Branntwein vermischt wird 285. — Wie man die Temperatur der Quellen bestimmt 286. — Rasche Witterungsveränderungen in den mit ewigem Schnee bedeckten Alpen. Zeichen derselben 287 u. 289. — Wärme-Abnahme der Atmosphäre mit der Höhe 290.

Neun und zwanzigster Brief.

Ursache der Wärme-Abnahme in der Atmosphäre 291. — Verbreitung der Wärme durch aufsteigende Luftströme und

durch Strahlung 292. — Wärmestrahlen 293. — Wie sie einen Schwamm anzünden 294. — Brennpunct und Brennweite eines Hohlspiegels 294. u. 295. — Jeder Körper sendet Wärmestrahlen aus 296. — Auch das Eis 297. — Verschiedenheit im Wärmeausstrahlungs-Vermögen der Körper 297. — Je dünner und durchsichtiger ein Körper, desto weniger erregen die Sonnenstrahlen in ihm Wärme 298. — Erkaltung der Erdoberfläche zur Nachtzeit 299. — Wärmeerregung in den Wolken durch die Sonnenstrahlen 299. — Ungleiche Wärme in den Sonnenstrahlen und im Schatten 300. — Ursache hievon 301. — Mit dem Thermometer kann die Temperatur der von der Sonne beschienenen Luft nicht gemessen werden 301. — Sie kann nur im Schatten bestimmt werden 302. — In den Sonnenstrahlen findet man nur die Wärme, welche im Thermometer entwickelt wird 303. — Der Reisende in heißen Ländern schützt sich durch einen Mantel 304. — Weiße Gegenstände werfen mehr Wärme zurück, als schwarze 305. — Durch Verdünnung wird die Luft kälter, durch Verdichtung wärmer 306. — Durch aufsteigende Luftströme wird in der Atmosphäre Kälte, durch niedersinkende Wärme entwickelt 307. — Durch aufsteigende Luftströme werden schädliche Dünste in die obern Regionen geführt 308. — und die Temperatur an der Erdoberfläche gemäßigt 309. — Die Wolkenbildung fordert eine niedrigere Temperatur in den oberen Regionen 309.

Dreißigster Brief.

Seltsamer Kreislauf der Wärme 311. — Schnelle Zerstreuung der Wärme in den Weltenraum 312. — Die Wärme unterscheidet sich nicht darin von der Luft, daß sie viel feiner, als diese ist 313. — Sie gehört zu den Imponderabilien 313. — Ob eine unwägbare Substanz in einem absolut leeren Rau-

me existiren kann. 314. — Torricellische Leere ist nicht absolut leer 314. — Verflüchtigung des Quecksilbers 315. — Ob der Weltenraum absolut leer ist? 316. — Der Aether der Alten 317. — Soll die Lichtmaterie sein 319. — Newton's und Euler's Ansichten 319. — Der Aether der Astronomen der Jetztzeit 320. — Der Widerstand, welchen die Kometen erleiden, spricht für seine Existenz 320. — Olber's Ansichten 321. — Brandes Bemerkungen 322. — Was Widerstand leistet, folgt der Schwerkraft 323. — Das Licht zeigt nicht die schwächsten Spuren des Anstoßes 323. — Vergleichung der Geschwindigkeit des Lichts mit der Luft in den heftigsten Stürmen 324. — Anziehen und Abstoßen in den Wirkungen der Elektricität 325. — Die Elektricität kann keine wägbare Materie sein 326. — Sie ist stets an wägbare Materie gebunden 327. — Wie der Begriff einer wägbaren Materie im Weltenraume zu fassen ist 327. — Aetherhülle um die Erde und die Planeten 328. — Der Chemiker kann den Aether nicht nachweisen 329. — Die Möglichkeit seiner Existenz aber auch nicht widerlegen 332. — Spuren von Arsenik und Antimon in Wiesbaden's Quellen 330. — Eisenocher-Absatz aus Quellen 331. — Die Naturwissenschaften bilden ein Ganzes 333.

Ein und dreißigster Brief.

Von Giften in Mineralquellen können zum Theil ihre heilenden Wirkungen herrühren S. 333. — Ausdehnung und Zusammenziehung, die Ursache der Bewegungen in der Luft 335. — Entstehung der Winde 336. — Aufsteigende Luftströme und Wirbelwinde bei Feuersbrünsten 337. — Aufsteigende Luftströme in der heißen Zone 338. — Luftströme vom Aequator nach den Polen und umgekehrt 338. — Aenderung der Richtung des Polarstromes durch die Umdrehung der Erde

339. — Passatwinde 340. — Veränderung in der Richtung des Windes auf der Eisenbahn und auf dem Dampfschiffe 341 u. 344. — Unrichtige Erklärung der Passatwinde 345. — Nutzen der Passatwinde für die Seefahrer 346. u. 347. — Dampfkraft 348. — Bestandtheile der atmosphärischen Luft 349. — Erscheinungen beim Verbrennen brennbarer Körper in abgesperrter Luft 349. — Stickgas und Sauerstoffgas 350. — Kohlensäuregas und Wasserdunst 351. — Einfluß der Wärme und der Richtung des Windes auf die Menge des Wasserdunstes 352. — Andere Dünste und Luftarten in der Luft 352. — Verwitterung 353. — Alles Wandelbare auf Erden ist an die Existenz der Atmosphäre geknüpft 354.

Zwei und dreißigster Brief.

Rillen oder Spalten auf der Mondoberfläche 357. — Sind keine Flüsse oder Landstraßen 358. — Tages- und Jahreszeiten, klimatische Verhältnisse u. s. w. sind auf dem Monde ganz verschieden von denen auf der Erde 359. u. 360. — Ringgebirge, Krater, Kettengebirge, Bergkegel, Rillen, Schluchten und sogenannte Meere. Ungemeine Höhe der Gebirge 361. — Gebirgsarten des Mondes, helle Puncte und Lichtflecken auf ihm 362. — Mondvulkane 363. — Feuer, Flamme, Hitze, Licht, Brennen 364. — Feuererscheinung kann auch ohne Brennen entstehen 365. — Mondatmosphäre 365. — Sie müßte außerordentlich dünn sein 368. — Strahlenbrechung 366. — Spuren davon an den Hörnern des Mondes 367. — Mondbewohner. Gänzliche Verschiedenheit des organischen Lebens auf ihm, wenn es vorhanden 369 u. 371. — Bestandtheile des thierischen Körpers 371. — Die vernünftigen Geschöpfe des Mondes nicht einmal so groß wie Ameisen 372. — Wie verschieden die Verhältnisse für die Be-

getation sein würden. Tages= und Jahreszeiten 373. — Eigenthümliche Verhältnisse an den Polen des Mondes 374. — Grelle Abwechslungen auf ihm 375. — Die Mondpflanzen würden in einem Mondsommer ihr Wachsthum vollenden 376. — Großer Temperaturwechsel zwischen Tag und Nacht auf dem Monde 377. — Das Nichtdasein eines Pflanzenreichs bedingt das Nichtdasein eines Thierreichs 378. — Der Nutzen des Mondes für die Erde 379. — Abenteuerliche Meinungen von dem Einflusse des Mondes auf irdische Verhältnisse 381. Für astronomische Beobachtungen wäre der Mond bei weitem mehr als unsere Erde geeignet 382.

Siebzehnter Brief.

Schon von früher Jugend an werden uns die Begriffe: Herrschen und Beherrschtwerden, Regieren und Unterordnen beigebracht. Nicht bloß die Völker werden von ihren Fürsten beherrscht; auch in der Natur, weniger im Pflanzen-, mehr im Thierreiche zeigt sich ein Herrschen und ein Beherrschtwerden. In letzterem geht die Herrschsucht bis zum höchsten Despotismus: die kleineren und die schwächeren Thiere werden von den größeren und stärkeren getödtet und verschlungen.

Erlauben Sie mir in diesem Briefe zu zeigen, wie das Herrschen und Beherrschtwerden durch die ganze Natur sich verfolgen läßt, wie auch hier nicht das Massenhafte, nicht die rohe Gewalt, sondern das Höhere, die organischen Kräfte das Herrschende sind. Aber wie es unter den Völkern Revolutionen, Aufstände und Tumulte giebt, wie die rohe Gewalt für eine Zeit lang das Uebergewicht gewinnen kann: so ist es

auch in der Natur; denn hier erlangen die unorganischen Kräfte nicht selten die Oberhand, und die Schöpfungen der organischen Welt werden zerstört.

Luft und Wasser, diese leichtesten und am leichtesten bewegbaren, überall vorhandenen und überall eindringbaren irdischen Körper sind es, welche die mächtigsten und härtesten Felsen zu bezwingen und der organischen Natur dienstbar zu machen im Stande sind. Gäbe es keine Luft und kein Wasser auf Erden, so würden die Gesteine eine ewige Dauer haben. Wo aber selbst diese mächtigen Potenzen die Felsen nicht bezwingen können, da hilft die Vegetation. Die zarten Wurzelfasern der Bäume dringen in die engsten Spalten der Gesteine, wachsen darin, werden dicker und sprengen die größten auseinander. Die hartnäckigsten, welche allen diesen Mitteln widerstehen, werden von Moosen überzogen, welche die Oberfläche des Gesteins stets feucht erhalten und die Anziehung derjenigen Bestandtheile der Luft, Sauerstoff- und Kohlensäuregas befördern, welche die Verwitterung und das Zerfallen in Erde bedingen. Die Moose sterben ab und verfaulen, ihre Ueberreste mengen sich mit den verwitterten Gesteinen und geben fruchtbare Erde, um größere und vollkommnere Pflanzen zu tragen.

Auf Sandbergen, die mit Nadelholz bewachsen sind, ziehen sich abgestorbene Wurzeln durch den mit Eisenoxyd (Bd. I. S. 50) gelb gefärbten Sand und saugen das durchsickernde Regenwasser ein. Ein Verwesungsproceß wird eingeleitet, das Eisenoxyd wird zu Eisen-

oxydul (Bd I. S. 50) reducirt, die dadurch gebildete Kohlensäure löset letzteres auf und die Gewässer führen es fort. In wenigen Monaten erscheint der Sand völlig weiß. Die Wirkung einer zwei Linien dicken Wurzel erstreckt sich auf ihre Umgebung ein bis zwei Zoll ringsumher. Diese Erscheinung zeigt sich auch in Wäldern und Gärten: überall findet man unter vermoderndem Laube entfärbten Sand. Auf den weiten Strecken in der Ebene des Rheins und in Lothringen bemerkt man diese Entfärbung des eisenhaltigen Sandes.

Diese Wirkung der abgestorbenen und in Fäulniß übergegangenen Wurzelfasern und anderer Ueberreste des Pflanzenreiches ist ein wichtiger Act im Haushalte der Natur. Auf diese Weise werden die schon in meinem zweiten Briefe erwähnten Raseneisensteine (S. 47) gebildet.

Die geringe Menge Eisen im Sande, die sich durch seine rothe oder gelbe Färbung zu erkennen geben, können für sich nicht nutzbar werden, wenn nicht die Natur den Fäulnißproceß der Pflanzen zu ihrer Extraction benützte. Die Wirkung ist wechselseitig; denn der Proceß, wodurch das im Sande zerstreute Eisen ausgezogen wird, ist es gerade, welcher die Fäulniß unterstützt. Sollen aber organische Ueberreste nutzbar für die Vegetation sein: so müssen sie erst durch Fäulniß zerstört werden. Der Sauerstoff, den das Eisenoxyd verlieren muß, damit es auflöslich wird, ist die Bedingung der Fäulniß und der Bildung von Kohlensäure. Diese nimmt das seines Sauerstoffs zum Theil

beraubte Eisenoxyd auf und das dadurch entstandene kohlensaure Eisenoxydul wird in Wasser aufgelöst. Fließt dieses Wasser in eine Niederung, wo es stagnirt: so zersetzt sich das aufgelöste kohlensaure Eisenoxydul, indem es den verlornen Sauerstoff aus der Luft wieder aufnimmt und sich als Eisenocher niederschlägt. Dieser häuft sich nach und nach und bildet durch seine Erhärtung den Raseneisenstein.

Sie sehen, wie die Pflanze selbst noch im Momente ihrer Zerstörung das Unorganische beherrscht, altes zerstört, neues schafft.

Der Fäulnißproceß organischer Substanzen ist es auch, welcher einer der nützlichsten Körper des Mineralreichs uns liefert. Ohne Fäulniß würden wir keinen Schwefel haben.

Es läßt sich mit Entschiedenheit nachweisen, daß in der Erde, wie sie aus der Hand des Schöpfers hervorging, kein Schwefel als solcher vorhanden war. Wohl aber gab es schwefelsaure Salze. Kommen solche Salze mit organischen Substanzen oder Ueberresten zusammen: so tritt gleichfalls ein Fäulnißproceß ein und als Product desselben entwickelt sich ein übelriechendes Gas. Es ist dasselbe, welches beim Faulen der Eier den widerlichen Geruch verbreitet. Man nennt es Schwefelwasserstoffgas. Kommt dieses Gas aus größern Tiefen mit etwas erhöhter Temperatur in die Luft: so wird es zersetzt und der Schwefel scheidet sich ab. Dieß ist die hauptsächliche Bildung des gediegenen Schwefels, wovon wir auf der Insel Sicilien

so große Quantitäten finden, daß damit ein großer Theil von Europa versorgt wird.

Das Meer hält ein schwefelsaures Salz, Gyps, aufgelöst; es ist die Wiege unzähliger Pflanzen und Thiere. Der Schlamm auf dem Meeresgrunde, das gemeinschaftliche Grab aller abgestorbenen Meerespflanzen und Meeresthiere, ist getränkt mit jenem schwefelsauren Salze. In ihm finden wir demnach die Bedingung zur Entwicklung des Schwefelwasserstoffs und zur Abscheidung des Schwefels. Ein solcher Absatz aus dem Meere ist es, welchem Sicilien seine reichen Schwefellager verdankt.

Die Pflanzen und Thiere sind die Sammler vieler Stoffe, die im Mineralreiche in so geringen Mengen vorkommen, daß sie nicht nutzbar für uns werden könnten, wenn wir sie aus diesem gewinnen sollten. Sie und namentlich die Pflanzen beherrschen so sehr das Mineralreich, daß sie die Stoffe, welche sie zu ihrer Existenz gebrauchen, aufnehmen wo sie nur dieselben finden, und sei es auch in Verbindungen, welche zu den schwierigst zersetzbaren gehören.

Pottasche, welche seit undenklichen Zeiten aus der Holzasche gewonnen wird und für viele Zwecke des bürgerlichen Lebens Anwendung findet, würde uns bis auf die neuesten Zeiten unbekannt geblieben sein, wenn nicht die Pflanzen selbst die geringsten Quantitäten Kali in den Gesteinen und im Boden auszuziehen vermöchten; denn das Kali in den Pflanzen liefert beim Verbrennen derselben die Pottasche. Lange vorher, ehe die

Chemiker das Kali als einen Bestandtheil der Gesteine und Erden kannten, wandte man dasselbe schon als Pottasche zur Darstellung des Glases, der Seife, des Alauns, in den Färbereien u. s. w. an. Diese Stoffe, deren Gebrauch für so viele Zwecke von der größten Wichtigkeit ist, verdanken wir einzig und allein dem Sammlungs-Vermögen der Pflanzen.

Sie können Sich einen Begriff von der großen Kraft machen, welche die Pflanzen besitzen, die im Mineralreiche vorkommenden Verbindungen des Kali zu zerlegen und daraus dasselbe zu extrahiren, wenn ich Ihnen bemerklich mache, daß der Feldspath, welcher das häufigste und vorzüglichste kalihaltige Fossil in der Natur ist, selbst von unsern stärksten und kräftigsten Säuren, wie Salzsäure, Schwefelsäure u. s. w. nicht angegriffen wird. Die Pflanzen vermögen aber ihn nach und nach zu zerlegen und sein Kali sich anzueignen.

Man hat Sand mit diesen Säuren ausgekocht, um darin etwa vorhandenes Kali auszuziehen; denn dieses wird von jenen sehr begierig aufgenommen. Man hat in diesem, vorher mit Wasser ausgewaschenem Sande Samen gesäet und glaubte, die aufgegangenen Pflanzen würden kein Kali aufnehmen und dennoch fand man, nach dem Einäschern, Pottasche in der Asche. Man zerlegte hierauf den Sand auf chemischem Wege und durch Anwendung der kräftigsten Scheidungsmittel fand man wirklich Kali in demselben, das mithin der Wirkung jener Säuren widerstanden hatte, aber

von der größeren Kraft der Pflanzen ausgezogen worden war.

So wie die auf dem Lande wachsenden Pflanzen aus den Gesteinen und aus dem Boden ganz vorzugsweise Kali aufnehmen, so nehmen die Meerespflanzen neben Kali einen, diesem sehr ähnlichen Stoff, Natron, aus dem Meerwasser auf. Nach dem Einäschern bleiben Natron und Kali als Soda in der Asche zurück. Seit undenklichen Zeiten benutzt man in holzarmen Ländern diese Soda für dieselben Zwecke, wie die Pottasche. Man sammelt die Seegräser, welche das Meer in ungeheuern Mengen auf die Küsten wirft, und verbrennt sie in Gruben, um die Asche zu gewinnen. Dieß geschieht namentlich an den Küsten des Mittelländischen Meeres, in Frankreich und in Spanien.

Vor der ersten französischen Revolution gingen jährlich Millionen Franken aus Frankreich nach Spanien für Soda; denn dort wurde nicht so viel producirt als consumirt. Als während dieser Revolution beide Länder in Krieg verwickelt waren, stockte dieser Handelsartikel. Das damalige französische Gouvernement stellte daher die Preisaufgabe, aus andern inländischen rohen Producten Soda zu fabriciren. Diese Aufgabe wurde glücklich gelöst. Mit großem Vortheile fabricirte man und fabricirt noch künstliche Soda aus Kochsalz und der Erfinder des neuen Verfahrens wurde ein Millionär.

So war denn auch das Natron lange vorher, als es von den Chemikern in Gesteinen aufgefunden wor-

den war, im technischen Leben bekannt. Noth bricht Eisen. Hindernisse im Handel sind die besten Mittel die Industrie zu heben, und so verdankt auch Frankreich seiner Revolution einen Industriezweig, welcher dem Lande Millionen erhält.

In der Asche der Pflanzen finden wir eine Säure, die Phosphorsäure, meist an Kalk gebunden. Wir wissen nicht mit Sicherheit, welche Bedeutung diese Säure, so wie überhaupt die in den Pflanzen enthaltenen Bestandtheile des unorganischen Reiches haben. Diese Bedeutung muß aber groß sein; denn je mehr der Boden verhältnißmäßig Phosphorsäure enthält, desto fruchtbarer ist er. Auch für Menschen und Thiere ist die Phosphorsäure von großer Wichtigkeit; denn in Verbindung mit Kalk ist sie der Hauptbestandtheil der thierischen Knochen, und sie kommt auch in anderen thierischen Stoffen und Flüssigkeiten, wenn auch nur in geringen Mengen, vor. Daraus erklärt sich denn auch, daß Knochen und thierische Ueberbleibsel treffliche Düngungsmittel auf unsern Feldern sind.

Man mußte die Frage aufwerfen, wie kam die erste Phosphorsäure in die Pflanzen und in die Thiere. Die Gegenwart in den letzteren war leicht zu begreifen, da Pflanzen mittelbar oder unmittelbar die Nahrungsmittel der Thiere sind. Die Chemie gab über jene Frage Aufschluß; denn sie fand im Mineralreiche Fossilien, welche, wie der Apatit, reich an Phosphorsäure sind. Da aber dieses Fossil nicht sehr verbreitet ist, Pflanzen jedoch auf jedem durch Verwitterung der

Gesteine gebildeten Boden wachsen und daraus Phosphorsäure entnehmen: so suchte man in verschiedenen Gesteinen nach Phosphorsäure und es glückte, sie in den meisten, wenn auch nur in außerordentlich geringen Mengen aufzufinden. Werden Sie aber an der Gegenwart dieser Säure in irgend einem Boden, in welchem der Chemiker sie noch nicht aufgefunden hat, auf dem jedoch, ohne gedüngt zu sein, Pflanzen wachsen, in deren Asche sie vorkommt, zweifeln? —

Das Sammlungsvermögen der Pflanzen zeigt sich, was ihre Phosphorsäure betrifft, in einem recht hervortretenden Grade. Wo der Chemiker diese Säure nicht mehr findet, da wird sie noch von den Pflanzen extrahirt. In ihnen häuft sie sich bis zu einem leicht erkennbaren Grade an. Das Sammlungsvermögen der organischen Körper setzt sich fort: in unsern Knochen und in denen der Thiere finden wir sie als Hauptbestandtheil. So haben denn auch die Chemiker sie zuerst in den Knochen, dann in den Pflanzen und zuletzt in Gesteinen, in der Urquelle aller Phosphorsäure auf Erden, nachgewiesen. Besäßen Pflanzen und Thiere nicht das Vermögen, die Phosphorsäure zu sammeln: so würden wir vielleicht jetzt noch nicht den interessanten Bestandtheil derselben, den Phosphor, der zu den wichtigen Arzneimitteln gehört und in neuerer Zeit eine nützliche Anwendung zu den Streichzündhölzern gefunden hat, kennen.

Bis zum Jahre 1811 ist das Meerwasser mehrfach von den Chemikern untersucht worden. Seine

Hauptbestandtheile, Kochsalz, Gyps u. s. w. waren schon längst bekannt. Man ahnete aber nicht die Gegenwart eines in außerordentlich geringer Menge darin vorkommenden Körpers, des Jods. Erst nachdem ein Pariser Sodafabricant in der Soda, welche, wie vorhin bemerkt, aus den Meerespflanzen gewonnen wird, diesen Körper aufgefunden hatte, suchte man im Meerwasser selbst nach ihm und man fand ihn, jedoch nicht ohne große Mühe. Er schien, seiner merkwürdigen Eigenschaften wegen, anfangs nur Bedeutung für die chemische Wissenschaft zu haben. Bald aber erkannte man, daß er zu den kräftigsten Arzneimitteln gehöre, daß er ein specifisches Mittel gegen den Kropf ist. In der neuesten Zeit hat er eine wichtige Anwendung in einer Kunst erlangt, die zu den bewunderungswürdigsten gehört. Er ist ein unentbehrliches Material für die Darstellung der von Daguerre erfundenen Lichtbilder.

Mögen Sie daraus entnehmen, wie Entdeckungen der Chemiker, welche anfangs nur eine wissenschaftliche Bedeutung, ohne irgend eine Anwendung für das Leben zu haben scheinen, bei späterer Verfolgung oft von unberechenbarem Nutzen für dieses werden. Sie werden selbst daraus den Schluß ziehen, wie Unrecht man thut, wenn man die oft minutiösen Untersuchungen der Naturforscher für leere, zwecklose Spielereien hält. Niemand kann wissen, ob nicht eine noch so unbedeutend scheinende Entdeckung von großer Wichtigkeit für das menschliche Leben werden könne. Statt solche Untersuchungen in das Lächerliche zu ziehen, wie nicht

selten von solchen geschieht, die nichts davon verstehen, sollte man es dankbar erkennen, wenn Männer ihre Zeit und Kräfte ihnen widmen. Um so mehr sollte man die Pflicht der Dankbarkeit üben, da es zu den großen Seltenheiten gehört, daß die Entdecker selbst einen andern Nutzen aus ihren Entdeckungen, als die Ehre davon ziehen. Meist sind es fremde Hände, denen sie Gewinn bringen, und die sich zu bereichern verstehen.

Die Mittheilung eines Beispiels, welches Ihnen den vielfachen Nutzen zeigen wird, den das Sammlungs-Vermögen der Pflanzen hat, wollen Sie gestatten.

Ich bemerkte schon vorhin, daß das Meerwasser Gyps, ein schwefelsaures Salz enthält. Es scheint nicht, daß dieses Salz für das Meerwasser selbst von Nutzen ist; wenigstens kennen wir ihn nicht. Da durch die Flüsse fortwährend dieses Salz dem Meere zugeführt wird: so könnte seine Anhäufung nach und nach den darin lebenden Thieren nachtheilig werden. Wie überall, so auch hier stellt die Natur auf einfache Weise das Gleichgewicht wieder her. Sie verstehet aber nicht bloß das Schädliche zu entfernen; sie sucht auch davon irgend einen nutzbaren Gebrauch zu machen.

Diejenigen Seegräser, welche man zu den Fucusarten zählt, entziehen dem Meerwasser hauptsächlich die Schwefelsäure seines Gypses. Man hat durch chemische Untersuchung gefunden, daß diese Schwefelsäure, welche mit Kali, Natron und Kalk darin verbunden ist,

im Mittel nahe 4 Procent vom Gewichte der getrockneten Pflanze beträgt. Dieß ist eine große Menge, wenn man die ungeheuren Massen von Fucuspflanzen betrachtet, welche im Meere wachsen. Auf meiner Ueberfahrt von Pirano nach Venedig begegneten dem Schiffe sehr bedeutende Quantitäten von Seegräsern. Aufmerksam darauf gemacht, nahmen Sie dieselbe Erscheinung auf dem Adriatischen Meere wahr. Im Golphstrome zwischen Europa und America begegnen den Schiffen solche Mengen schwimmenden Seegrases, daß sie Inseln von großer Ausdehnung zu bilden scheinen.

Wirft das Meer diese Seegräser auf die Küsten, gehen sie daselbst in Fäulniß über, so entwickelt sich in bedeutenden Quantitäten das vorhin schon genannte Schwefelwasserstoffgas; denn die Bedingungen dazu, schwefelsaure Salze und organische Substanzen, sind darin gleichzeitig vorhanden. Dieß nimmt man namentlich in der Nähe von Kopenhagen wahr, wo die Entwicklung jenes Gases oft so bedeutend ist, daß dadurch die silbernen Geräthe in den, der Küste nahe gelegenen Landhäusern geschwärzt werden. Sie kennen diese Eigenschaft des Schwefelwasserstoffgases; denn sie zeigt sich auf den silbernen Löffeln, wenn damit weiche Eier genossen werden, da letztere, selbst wenn sie frisch sind, dieses Gas entwickeln.

Kommen die Seegräser im faulenden Zustande mit Eisenoxyd oder mit eisenhaltigen Gesteinen in Berührung: so bildet sich Eisenkies, das Ihnen bekannte, in sei-

ner Farbe und in seinem Glanze dem Golde so ähnliche Fossil. Diese Bildung kann man sehr deutlich an der westlichen Küste der Insel Bornholm in der Ostsee beobachten, wo eine eisenhaltige Quelle in eine kleine Meeresbucht fließt, und eine große Menge Seegras beständig an die Küste geworfen wird. Alle Geschiebe auf dem Meeresgrunde sind mit einer schönen gelben Rinde von Eisenkies überzogen.

Berücksichtigen Sie, daß in den frühesten Perioden unserer Erde Seegräser, wie heut zu Tage, auf dem Meere gewachsen und großentheils im eisenhaltigen Schlamme und Thon des Meeresgrundes begraben worden sind: so wird Ihnen einleuchten, daß sich in demselben gleichfalls Eisenkies gebildet haben werde.

Der größte Theil der Gesteine, welche unsere Gebirge zusammensetzen, hat sich aus den Absätzen von Sand, Thon und Kalk auf dem Meeresboden gebildet. Ohne es zu wissen, daß in mehreren derselben Eisenkies vorkommt, können wir daher die Möglichkeit dieses Vorkommens begreifen. Um so augenscheinlicher wird es, daß die Seegräser die Materialien dazu geliefert haben, da wir in dem ältesten und mächtigsten der auf dem Meeresboden gebildeten Gebirge, in dem Thonschiefergebirge, durch welches der Rhein seinen Lauf von Bingen bis fast nach Bonn nimmt, wirklich sehr gut erhaltene Ueberreste von Fucusarten (Fucoïden) finden.

Eisenkies finden Sie unter andern auch in den Stein- und Braunkohlen. Giebt es irgend ein Fossil,

dessen Bildung leichter zu begreifen wäre, als die des Eisenkieses? — Pflanzen haben durch ihre Fäulniß das Material zu den Steinkohlen geliefert. Es ist nicht etwa bloß eine Eigenthümlichkeit der Seegräser, schwefelsaure Salze zu enthalten; in der Asche einer jeden verbrannten Pflanze finden sich schwefelsaure Salze. Ja wir können sogar begreifen, wie aus dieser Asche, ohne daß etwas von außen hinzukommt, Eisenkies entstehen kann; denn neben den schwefelsauren Salzen sind auch Eisentheile darin enthalten. Man hat berechnet, daß ein Buchenholzstamm von 20 Kubikfuß Inhalt so viel schwefelsaure Salze und Eisentheile enthält, daß er nach seiner Fäulniß 130 Gran Eisenkies geben kann. Nadelholz kann 10 Mal so viel, fast 6 Loth Eisenkies geben.

Auf der skandinavischen Halbinsel finden sich mächtige Lager eines Schiefers, den man wegen seiner Verwendung zur Alaunfabrication Alaunschiefer nennt. Man kann annehmen, daß er durchschnittlich 2 Procent Eisenkies enthält. An der Landspitze von Kronburg, in der Nähe von Helsingör, werden jährlich im November und December solche Quantitäten Seegras an die Küste geworfen, daß die darin enthaltenen schwefelsauren Salze 332000 Pfd. Eisenkies geben würden. Hieraus berechnet sich, daß diese Quantität ein damit getränktes Alaunschiefer-Lager von 333 Fuß Länge und Breite und 1 Fuß Dicke geben würde. Die ungeheure Ausdehnung des schwimmenden Seegrases in dem vorhin erwähnten Golphstrome würde, wie leicht zu

erachten ist, jede uns bekannte Menge Eisenkies in den Gesteinen, welche sich aus Meeresabsätzen gebildet haben, erklären.

Manche Seereisenden, welche den großen Feldern schwimmenden Seegrases begegnet sind, mögen diese Productionskraft der Natur für etwas Zweckloses gehalten haben. Aus vorstehenden Betrachtungen werden Sie indeß ersehen haben, daß dieß keineswegs der Fall ist; sondern daß eine weise Vorsehung, wenn das Producirte keine, oder doch nur eine beschränkte Verwendung finden kann, aus seiner Zerstörung neue Bildungen schafft. Die Seegräser entziehen dem Meerwasser schwefelsaure Salze. Dadurch wird die Anhäufung derselben, welche den Meeresthieren nachtheilig werden würde, verhindert. Die Natur begnügt sich aber nicht damit, das Ueberflüssige aus dem Meerwasser zu entfernen, sondern sie verwendet es zur Bildung eines Fossils, welches für die Zwecke des menschlichen Lebens von großer Wichtigkeit ist.

Aus dem Eisenkiese gewinnen wir Schwefel. In früheren Zeiten, als noch nicht so große Quantitäten desselben in Fabriken verbraucht wurden, und die reichen Schwefellager Sicilien's noch nicht so zugänglich waren, wie heut zu Tage, lieferte der Eisenkies fast allen Schwefel für unsern Gebrauch. Aus dem Eisenkiese werden auch zwei in Färbereien und zu verschiedenen anderen technischen Zwecken in großen Quantitäten verbrauchten Salze, Eisenvitriol und Alaun, fabricirt.

Diese Beispiele, denen ich noch mehrere hinzufügen könnte, zeigen, wie die organische Natur das unorganische Reich beherrscht, wie sie unorganische Producte hervorruft, welche von großem Nutzen für uns sind, und die wir außerdem gar nicht besitzen würden.

Die Pflanzen und die Thiere beherrschen nicht bloß das Mineralreich; die letzteren sind es auch, welche die großartigsten mineralischen Bildungen zu Stande bringen.

Die niedrigen Inseln im indischen und australischen Ocean sind, wenigstens ihrem sichtbaren Theile nach, nichts anders, als das Werk des wunderbaren Baues der Korallenthiere, weßhalb sie auch den Namen Korallen-Inseln, den man ihnen gewöhnlich beilegt, mit allem Rechte führen.

Seit 1605, als Pyrard de Laval sich über das Wunderbare dieser Inseln aussprach, und besonders seit Joh. Reinhold Forster sie auf Cook's zweiter Weltreise in den Jahren 1772 bis 1775 näher erforschte, möchte nicht leicht eine wissenschaftliche Expedition jene entlegenen Meere durchkreuzt haben, die nicht auch dort den räthselhaften, kaum aus den Fluthen hervortauchenden Insular-Gebilden eine mehr oder weniger sorgsame Beachtung zugewendet hätte. Die zahlreichen Beobachtungen der Naturforscher, welche jene Meere besucht haben, liefern uns ein anschauliches Bild von der Natur und den Eigenthümlichkeiten jener Inseln. Wir verdanken ihnen auch über die Entstehungsweise derselben einige Hypothesen, die sich zu ih-

rer Zeit Beifall erwarben, welche indeß bei erweiterter Kenntniß von den Lebensbedingungen der Korallenthiere so viel Unhaltbares und Mangelhaftes erblicken ließen, daß schon längst der Wunsch erwachen mußte, diese Hypothesen durch eine gründlichere Untersuchung an Ort und Stelle geprüft und wo möglich durch eine genügendere Erklärung ersetzt zu sehen.

Dieser Wunsch scheint seiner Erfüllung bedeutend näher gerückt, seit Charles Darwin, ein kenntnißreicher und eifriger englischer Naturforscher auf der, in den Jahren 1832 bis 1836 unter Befehl des Kapitains Fitz-Roy vollführten Weltreise die Erscheinungen an den Koralleninseln mit besonderer Vorliebe studirt hat.

Darwin beschränkt sich nicht auf die eigentlichen Koralleninseln, sondern umfaßt mit seinen Betrachtungen sämmtliche Gebilde von größerer Ausdehnung, die ihre Entstehung dem Wachsthume der Korallenthiere verdanken. Er unterscheidet dreierlei Gebilde dieser Art.

1) Küstenriffe, Korallenriffe, die sich den Küsten von Festländern und größeren Inseln meist dicht anschließen, sie umsäumen oder einfassen. Er nennt sie Korallenbänke oder kurzweg Bänke.

2) Dammriffe, Riffe, welche Festländer und Inseln in mehr oder weniger großem Abstande von der Küste dammförmig einschließen oder umgeben. Er behielt für sie den Namen Korallenriffe, oder schlechthin Riffe bei.

3) Korallen- oder Lagunen-Inseln, die, ihrem sichtbaren Theile nach, ganz das Werk von Zoophyten oder Pflanzenthieren sind. Sie führen bei den Bewohnern des indischen Oceans den Namen Atoll, welcher eine Lagunen-Insel bezeichnet. Darwin bedient sich eben dieses Namens.

Gleich den Atollen finden sich die Korallenbänke und Riffe nicht überall an der Westküste von Africa, namentlich nicht im Golf von Guinea, und überhaupt nicht bei einer Insel mitten im atlantischen Meere. Dagegen sind die Bermuda-Inseln, gegenüber der Küste der Vereinigten Staaten, unter 32° 15′ nördlicher Breite, mit Korallenbänken versehen. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als einer Seits die Küsten jener Staaten frei sind von solchen Bänken und als anderer Seits die letzteren an keinem andern Puncte der Welt so hoch nach Norden hinaufreichen. In größerer Ausdehnung kommen die Korallenbänke in den westindischen Gewässern vor, und hier ist es, wo sie im atlantischen Meere ihren Hauptsitz haben. Die Spitzen der beiden weit in das Meer vorgeschobenen Halbinseln Florida und Yucatan werden durch eine Franze von Korallenbänken fortgesetzt; sonst aber ist, merkwürdig genug, sowohl im westindischen als atlantischen Meere fast die ganze Küste des Continents von America frei von Korallengebilden. Nur die Küste von Brasilien findet sich an einzelnen Stellen mit ihnen bekleidet. Alle Korallengebilde in den Gewässern des atlantischen

Oceans gehören übrigens zur ersten Abtheilung; denn sie stellen Bänke dar.

In größerer Ausdehnung und in mannichfaltigerer Gestalt finden sich die Korallengebilde an der Ostseite der alten Welt. So zunächst im rothen Meer, weniger im persischen Meerbusen. Einen reichen Saum von Korallenbänken hat die Ostküste des tropischen Africa's aufzuweisen, obwohl nicht an allen Stellen. Dasselbe Verhältniß zeigen die West- und Ostküste von Madagascar. Am nördlichen Theile derselben bilden die Korallenbänke einen zusammenhängenden Saum von mehr als 100 deutschen Meilen. Neu-Holland ist an seiner südlichen Küste ganz, an seiner westlichen und nördlichen ziemlich frei von Korallengebilden; aber an seiner Ostküste findet sich das große australische Riff, welches eine Ausdehnung von mehr als 200 deutschen Meilen hat. Neu-Guinea wird durch ein breites Korallenriff verlängert fast um die Hälfte seiner großen Ausdehnung. Ebenso ist Neu-Caledonia von einem Korallengurt umfaßt, der ein größeres Areal besitzt, als diese doch sehr bedeutende Insel. Zwischen dem nordöstlichen Neu-Holland, Neu-Guinea und Neu-Caledonia wuchern die Korallengebilde in solcher Ueppigkeit, daß die Seefahrer den von diesen Inseln eingeschlossenen Theil des großen Oceans mit Recht Korallensee genannt haben. Ueberhaupt giebt es im stillen Meere nur sehr wenig größere Inseln, die nicht von Korallengebilden umgürtet wären. Die westlichen Küsten Ameri-

ca's sind eben so frei von ihnen, als die Westküsten Africa's. Auch gilt dasselbe von den Inseln an der Westseite des neuen Continents, z. B. von den Gallopagos-Inseln.

Sie ersehen hieraus, daß die Korallengebilde ein sehr großartiges Phänomen sind, werth der Beachtung und des Nachdenkens, wie kleine Thiere große Werke vollführen können. Wünschen Sie einen Ueberblick der geographischen Verbreitung der Korallengebilde, so finden Sie denselben in einer Charte im vierten Hefte von Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Jahrgang 1845.

Die Korallenthiere, welche hauptsächlich Steinmassen bilden, leben nicht in steinernen Röhren, und bauen nicht, wie die Wespen, ein sie schützendes gemeinschaftliches Haus oder Nest. Auch sind sie nicht, wie die Austern, durch Steindeckel geschützt; sondern sämmtliche wahre und einflußreiche Steinkorallen tragen den weichen Thierkörper außerhalb, und das baumartige oder kugelartige Steingerüst bildet die innern Knochen oder den untern Fuß.

Die Korallenbänke oder Küstenriffe bieten in ihrer Structur nur wenig Verhältnisse dar, die einer Erläuterung bedürfen. Ihr Vorkommen, ihre Ausdehnung und Gestaltung werden wesentlich bedingt durch die Neigung des Abhanges der Küste unter dem Wasserspiegel. Wo die Küste steil und sogleich sehr tief ins Meer hinabgeht, finden sich keine Korallenbänke, weil dort den Zoophyten für ihren Bau die nöthige Unter-

lage fehlt. Wo sie sehr flach in's Meer einschießt, verlieren die Bänke den Character einer Umzäunung, erscheinen als abgesonderte, unregelmäßig zerstreute Flecke, oft von bedeutendem Areal.

Die Koralleninseln, wie die Korallenbänke und Riffe, bestehen aus den kalkigen Knochengerüsten der Korallenthiere, welche man Steinkorallen nennt. Der unmittelbare Bau derselben erhebt sich nicht über die Oberfläche des Meeres, da diese Thiere nicht außerhalb des Wassers leben können. Gerade die kräftigsten Korallen, welche am meisten zum Baue beitragen, sterben schon nach kurzer Zeit außerhalb des Wassers, besonders wenn sie von den Sonnenstrahlen getroffen werden.

Durch die Brandung des Meeres (bekanntlich das heftige Anstoßen der Wellen an die Küsten) werden kleine und große Stücke von dem Korallengerüste losgerissen, ja oft wahre Blöcke von 6 Fuß Länge und 3 bis 4 Fuß Dicke: diese werden auf das Riff gewälzt. Dazu gesellen sich zerstückelte und zerriebene Muschelschalen, Fischknochen, Seethiergehäuse und erdige Substanzen, welche von den Wellen in die Zwischenräume der Korallenstücke hineingespült werden, und unter dem Einflusse der brennend heißen Sonne jener tropischen Regionen zu einer Breccie verkitten. Auch Baumstämme, Früchte, Samen mancherlei Art führt das Meer heran. Letztere keimen, und die daraus entstandenen Pflanzen liefern durch ihr Absterben und Verwesen wiederum Dammerde für eine neue kräftigere Vegetation. Dazu

kommen Seevögel und verirrte Landvögel; diese nisten, befruchten mit ihrem Dünger das dürre Land und leisten so wiederum der Vegetation neuen Vorschub, bis endlich, um weiter mit A. von Chamisso's poetischen Worten zu reden, auch der Mensch sich einstellt, seine Hütte auf dem fruchtbaren Boden aufschlägt und sich Herr und Besitzer dieser Welt nennt.

Auf solche Weise haben sich die Koralleninseln allmälig über das Wasser erhoben. Aber immer ist ihre Höhe nur gering; selten ragen sie zur Fluthzeit mehr, als 6 bis 12 Fuß aus dem Wasser hervor. Nur einzelne vom Winde zusammengewehte Hügel von Korallensand erreichen mitunter eine Höhe von 30 Fuß.

Eine natürliche Folge dieser Constitution ist, daß es den niedern Inseln ganz an lebenden Quellen fehlt. Sie alle bieten kein anderes Trinkwasser dar als Regenwasser, welches sich in den Vertiefungen des Bodens ansammelt, und wegen des geringen Areals dieser Inseln natürlich nur sehr spärlich vorkommen kann. Am bewohntesten sind die kleinern Koralleninseln.

Die Korallen gedeihen am besten im offenen, stets bewegten Meere, wohl aus dem einfachen Grunde, weil dieses ihnen die meiste Nahrung zuführt, welche sie, wie alle, an ihren Wohnsitz gebannten Thiere, nicht aus weiter Ferne holen können, sondern, gleich den Pflanzen, nur aus nächster Umgebung herzunehmen im Stande sind. Deßhalb finden sich wahrscheinlich die großen kräftigen Arten der Steinkorallen, die ohne Zweifel die meiste Nahrung gebrauchen, am äußern Umring eines

jeden Atolls, und eben deßhalb gedeihen sie daselbst gerade an der Ostseite am besten, weil sie hier in Folge der Passatwinde, den Strömungen und dem Wellenschlage des Meeres am stärksten ausgesetzt sind. Aus einem ähnlichen Grunde scheinen die festsitzenden Thiere, z. B. Muscheln, in keiner größeren Tiefe vorzukommen, als bis wohin sich noch die Wellenbewegung der oberen Meeresschichten erstreckt.

Könnten die Korallenthiere oder wenigstens gewisse Arten derselben nicht der Gewalt der Wogen und Bradnungen durch ihre Lebenskraft widerstehen: so wäre nicht einzusehen, was ihrem Baue Halt und Festigkeit geben sollte. Man darf nicht vergessen, daß der ganze Unterbau eines Atolls an seiner Außenseite nicht aus einer todten Masse aufgemauert ist, sondern aus den starken kräftigen Gerüsten von Thieren, die während des Baues lebten, wenn sie auch jetzt zum Theil erstorben sind.

Forster und andere Naturforscher glaubten, daß die Korallenthiere ihren Bau aus unergründlichen Tiefen bis zur Meeresfläche heraufführen. Dieß ist aber schon deßhalb nicht möglich, da Thiere, gewöhnt an ein tropisches Klima, in einer Tiefe von etwa 2000 Fuß, in welcher selbst in der heißen Zone nur 4° R. herrscht, nicht leben können. Ich bitte diese Thatsache, daß das Meerwasser bis zu einer gewissen Tiefe immer kälter wird, wohl beachten zu wollen: es ist eine Erscheinung, die sich leicht erklären läßt, wie Sie später ersehen dürften.

Die riffebauenden Korallenthiere sind nicht im Stande, in einer größeren, als in etwa 200 Fuß Tiefe zu leben. Gleichwohl hat man sie, im abgestorbenen Zustande, sowohl an der Außenseite der Atolle, als in untermeerischen, ganz todten Riffen in viel bedeutenderer Tiefe angetroffen. Diese und ähnliche Betrachtungen führten Darwin zu der Ansicht, daß eine weit ausgedehnte Region der australischen Welt im Sinken begriffen war und noch ist.

Sinkt eine Insel, deren Küsten so flach abfallen, daß Korallenthiere sichere Unterlagen für ihren Bau an ihr finden: so bleibt ihre Oberfläche fortwährend unter Wasser. Diese Thiere können dann ihren Bau immer fortsetzen und nach und nach Korallenriffe bilden, welche aus großer Meerestiefe auftauchen. Es ist, um ein Gleichniß zu gebrauchen, dasselbe Verhältniß, wie beim Ausmauern eines Brunnens. Die Maurer führen die Brunnenmauer stets über der Erde auf und senken sie durch Ausgraben der Erde unter der Mauer in die Tiefe.

Dem Naturforscher ist jede Hypothese erlaubt, wenn sie sich auf ähnliche Erscheinungen bezieht; sie liegt dann im Reiche der Möglichkeiten. Sehen wir uns daher um, ob Senkungen gewisser Theile der Erdoberfläche wirklich nachgewiesen werden können.

Daß der Boden unter unsern Füßen weicht, ist etwas Ungewohntes. Wir sind von Jugend auf so sehr daran gewöhnt, der Scholle, worauf unsere Wohnungen gebaut sind und auf der wir uns bewegen, als das

sicherste Fundament unsers körperlichen Daseins zu betrachten, daß wir vor dem Gedanken erschrecken, es könnte anders sein. Bewegung oder Erschütterung des Bodens können wir nicht von einer Erscheinung trennen, die zu den schrecklichsten gehört; selbst wenn sie uns nur auf die leiseste Art berührt. Jeder, der von Senkungen des Erdbodens hört, denkt gewiß sogleich an Erdbeben.

Die Hypothese Darwin's, daß ein großer Theil der vom Meere bedeckten Erdoberfläche im Sinken begriffen sei, giebt mir Veranlassung von Erscheinungen zu sprechen, welche wirklich darauf deuten. Folgende Nachrichten sprechen für ein allgemeines Sinken eines Theils der Westküste von Grönland.

In den Jahren 1777 und 1779 erfuhr Arctander, daß ein kleines, flaches, felsiges Eiland, etwa einen Kanonenschuß von der Westküste Grönland's entfernt, zur Fluthzeit fast gänzlich unter Wasser stehe, während sich doch darauf die Mauern eines Hauses befinden. Ein halbes Jahrhundert hernach, als Dr. Pingel diese Insel besuchte, war das Ganze so weit versunken, daß bloß die Ruinen aus dem Wasser hervorragten.

Die Kolonie Julianahaab wurde im Jahr 1776 an der Mündung desselben Fiords angelegt, und die Grundmauern ihres Waarenhauses lagen an einem Felsen, welcher jetzt nur bei sehr niedrigem Wasserstande trocken liegt.

Die Umgegend der Kolonie Friederickshaab

wurde ehemals von Grönländern bewohnt; allein die einzigen Spuren ihres vormaligen Aufenthalts daselbst sind Steinhaufen, über welchen jetzt der Fiord zur Hochwasserzeit hinwegfluthet.

Nahe bei einem Gletscher, welcher die Kolonien Friederickhaab und Fiskernäß trennt, liegt eine Inselgruppe, Fulluartalik genannt, die jetzt unbewohnt ist, an ihren Küsten aber Ruinen von Winterwohnungen trägt, welche oft unter Wasser gesetzt werden. Eine halbe Meile westlich von Fiskernäß gründeten die Herrnhuther, 1758, die Niederlassung Lichtenfeld. Innerhalb 30 bis 40 Jahren waren sie einmal, vielleicht zweimal gezwungen, die Pfähle, worauf sie ihre großen Boote, die Umiaks oder Frauenboote setzen, zu verlegen. Die alten Pfähle blieben als stumme Zeugen unter dem Wasser.

Im Nordosten der Kolonie Godthaab befindet sich ein Kap, welches St. Egede, der ehrwürdige Apostel der Grönländer, Vildmansnäß genannt hat. Zu seiner Zeit, 1721 bis 1736, wurde es von mehreren grönländischen Familien bewohnt; jetzt aber liegt deren Winterwohnung zerstört da, und der Fiord tritt zur Fluthzeit in das Haus. Kein geborner Grönländer, sagt Dr. Pingel, baut sein Haus so nahe am Rande des Wassers.

Die eben erwähnten Punete wurden von Dr. Pingel selbst besucht, und er fügt auf die Autorität eines seiner Landsleute, eines sehr glaubwürdigen Mannes, hinzu, daß auch zu Napparsok, 45 engl. Mei-

len nördlich von Nye-Sukkertop, bei der Ebbe die Mauern einer grönländischen Winterwohnung sichtbar seien.

Aus den nördlicheren Districten kennt Dr. Pingel keine Beispiele von Senkungen, doch vermuthet er, daß sie bis zur Disco-Bai hinauf reichen.

Vielleicht kommen Sie für einen Augenblick zur Vermuthung, daß diese Erscheinungen von einem allmäligen Steigen der Meeresfläche herrühren könnten. Ich bin jedoch überzeugt, Sie lassen diesen Gedanken sogleich fallen, wenn Sie beachten, daß alle Meere, mit Ausnahme der Binnen-Meere, wie z. B. des Caspischen Meeres, mit einander im Zusammenhange stehen, und daß sich daher ein Steigen des Meeresspiegels nicht an einer Küste allein, sondern überall zeigen müßte. Die Küsten der Nord- und Ostsee, welche unser Vaterland begrenzen, müßten daher dieselben Erscheinungen, wie die Westküste von Grönland zeigen; dieß ist aber nicht der Fall.

Noch weniger kann man aber einem solchen Gedanken Raum geben, da, wie vorhin bemerkt wurde, Grönland selbst nicht überall die Erscheinung von Senkungen wahrnehmen läßt. Ja, was noch merkwürdiger ist, Schweden zeigt gegen Süden gleichfalls eine Senkung, gegen Norden dagegen umgekehrt eine allmälige Hebung, wovon ich schon im zehnten Briefe (S. 213) gesprochen habe. Die Gegend von Sölvitsborg, an der nördlichen Grenze von Schonen ist der Wendepunct; denn hier verändert sich nicht das

Niveau. An der flachen Küste von Samland bemerkt man dagegen, daß das Meer allmälig in das Land eindringt.

Nilson hat mehrere Beweise beigebracht, daß dem wirklich so sei. Erlauben Sie mir einige derselben anführen zu dürfen.

Das Steinpflaster in dem alten Marktflecken Trelleborg liegt gegenwärtig so niedrig, daß es bei hohem Wasser überschwemmt wird. Gleichwohl hat man beim Graben an mehrern Stellen im Orte drei Fuß unter der jetzigen Oberfläche ein anderes Steinpflaster angetroffen. Dieses alte Pflaster liegt gegenwärtig in oder vielleicht etwas unter dem mittlern Spiegel der Ostsee. Ebenso verhält es sich mit einem Torfmoor an der südlichsten Küste von Schonen. Der aus Thon bestehende Boden desselben liegt zwei bis drei Ellen unter dem Meeresspiegel. Allein das Moor ist offenbar in süßem Wasser gebildet; denn es enthält Stämme, Zweige, Früchte und Blätter von Eichen, Buchen, Erlen, Birken, Haselstauden und anderen, in Schonen wildwachsenden Bäumen und Gesträuchen. Hätte sein Niveau zur Zeit seiner Bildung so niedrig gelegen, wie jetzt, so würden Meerespflanzen hineingespült und darin aufbewahrt worden sein. Ueberdieß finden sich auch Süßwasserschnecken, d. h. solche in dem Torfmoor, welche nicht im Meere vorkommen.

Vor der Küste, in der Ostsee selbst, 50 bis 100 Ellen vom Strande uud 2 Fuß tief unter der Oberfläche des Wassers, findet sich ein Torflager, welches

dem eben erwähnten gleicht. Es enthält alle vorhin genannten Land- und Süßwasserpflanzen; es ist daher ohne allen Zweifel im süßen Wasser und über dem Spiegel des Meeres gebildet worden; jetzt liegt es aber darunter. Diese Thatsachen scheinen zu beweisen, daß die Südspitze von Schonen gesunken ist. Daß dieß nicht plötzlich, sondern allmälig geschah und noch geschieht, hat Nilson durch die Bemerkung wahrscheinlich zu machen gesucht, daß der Abstand des „Stafsten" vom nächsten Strande, durch Messungen im Jahre 1836, um 380 Fuß kleiner gefunden wurde, als Linné ihn, 87 Jahre früher, in seiner schonischen Reise angiebt. Dieß kann unmöglich von einem Versehen in der Messung herrühren, selbst wenn man annehmen wollte, daß die frühere Messung nicht mit großer Genauigkeit ausgeführt worden sei.

Ueber das Sinken der Küsten von Dalmatien hat Dr. Klöden schätzenswerthe Erfahrungen von frühen Zeiten her zusammengestellt. An diesen Küsten trifft man an vielen Stellen von Wasser bedeckte Ruinen alter Gebäude, Straßenpflaster und viele andere Gegenstände, wie Aschenurnen, Steinsarkophage u. s. w., woraus hervorgeht, daß diese Stellen ehemals nicht vom Meere bedeckt gewesen sein konnten.

Vor der Stadt Zara liegen Aschenurnen, Lampen, Salbengefäße und ähnliche Sachen in einem Felde nahe am Meere, welches von demselben sogar überschwemmt wird. Die Alten, deren Aberglaube bei der Errichtung ihrer Grabmäler bekannt ist, haben aber nie

einen Ort ausgewählt, der für einen Todten so ungesund zu bewohnen wäre.

Auf der Insel Lissa findet man beim Flecken gleichen Namens Fußböden von Mosaik, die zur Zeit der Fluth vom Meere überdeckt werden. Donati sah dort ein antikes Gebäude, welches jetzt ein Theil eines Klosters ist, und dessen Unterbau meist in der Höhe des Meeresspiegels liegt. Auf derselben Insel, im östlichen Theile, findet sich eine Mosaikbekleidung vom Meere bedeckt. Wie sehr, bemerkt Donati, die Alten bedacht gewesen sind, die gesundesten Orte auszuwählen, um ihre Gebäude aufzuführen, wissen wir von Varro und Vitruv. Beide sprechen von der Nothwendigkeit, sie nicht an sumpfigen oder feuchten Orten zu bauen. Wenn sie solche Orte vermieden, mußten sie sich um so mehr vor denen hüten, welche vom Wasser beständig bedeckt werden, als den gefährlichsten und völlig unbewohnbaren. Und wenn dem so ist, warum finden sich jetzt so viele antike Gebäude, deren Fußboden gewöhnlich vom Wasser bedeckt ist? —

Früherhin vermuthete man ein allgemeines Steigen des Meeresspiegels; daher nahm man die angeführten Thatsachen als Beweise dafür. Davon müssen wir aber gänzlich absehen.

In ganz Istrien und Dalmatien finden sich zahllose Erdfälle in Trichter- oder Kesselform von größerem oder kleinerem Umfange und von verschiedener Tiefe; sie stehen mit den häufigen und bedeutenden Höhlen des ganzen Gebirges im Zusammenhange. Im

14ten Jahrhundert ereignete sich, wie uns Büsching's Geographie lehrt, ein so bedeutender Bergfall, daß der Berg Dobrazh siebzehn Ortschaften begrub. Man könnte daher vermuthen, die ganze Küste Dalmatien's verdanke ihre jetzige Gestalt ungeheuern Einstürzen.

Um Sie in Stand zu setzen, Sich Selbst ein Urtheil hierüber zu bilden, bitte ich, Sich der Veranlassung zu den Erdfällen zu erinnern, wovon schon im vierzehnten Briefe (S. 308) die Rede war. Wenn unterirdisch fließende Gewässer das Gestein nach und nach auswaschen, so entstehen entweder Höhlen oder Erdfälle: jene, wenn das Gestein über dem Wasserlaufe seinen Zusammenhang behält; diese, wenn es ihn verliert und in seiner ganzen Masse mit dem darüber befindlichen Erdreiche zusammenstürzt. Solche unterirdisch fließende Gewässer setzen ein zerklüftetes Gebirge voraus, und das Auswaschen der Gesteine hängt von ihrer Auflöslichkeit im Wasser ab. Beide Bedingungen finden sich im Kalkgebirge. Dasselbe ist meist mehr oder weniger zerklüftet, und der Kalk löset sich in größerer Menge, als irgend ein anderes Gestein im Wasser auf. Daher finden sich Erdfälle und Höhlen vorzugsweise im Kalkgebirge, in welchem sie auch in Dalmatien vorkommen.

Wären die Ruinen alter Gebäude, Straßenpflaster, Steinsarkophage u. s. w. durch Auswaschen ihrer Unterlage gesunken: so würden wir diese Bauüberreste in kesselförmigen Erdfällen zertrümmert finden; nicht aber wohl erhalten an Stellen, wo sie vom Meere

überfluthet werden. Ueberdieß kommen die Erdfälle nicht im südlichen Dalmatien vor.

Daher werden Sie mit mir übereinstimmen, daß die Erscheinungen an den Küsten dieses Landes, welche auf ein Sinken deuten, nicht einem unterirdischen Auswaschen zugeschrieben werden können.

Senkungen zeigen sich auch an der kleinasiatischen und syrischen Küste. Die Kleinheit der Halbinsel, auf welcher das alte Tyrus stand, verglichen mit ihrer wahrscheinlichen Ausdehnung, der nord- und südwärts zu beiden Seiten fortlaufende, jetzt versunkene alte Hafendamm, die Ruinen an der Südseite und der alte Stadtwall, die gegenwärtig unter Wasser stehen, liefern sprechende Beweise, daß ein großer Theil dieser Halbinsel versunken ist.

Tyrus ist nicht der einzige Ort an der Küste des Mittelmeeres, der diese Erscheinung zeigt. Zu Telmessus sind die Stadtwälle und Grabmäler, die ohne Zweifel ursprünglich auf trocknem Lande standen, jetzt vom Wasser umflossen. Bei Macri, auf der Insel Kakara, zu Joppa, Caipha, Abukir, am Pharus zu Alexandrien u. s. w. finden sich gleichfalls verschiedene Ruinen unter der Meeresfläche.

So haben wir denn am ganzen östlichen Rande der Küste des Mittelmeeres Beweise von einem Sinken des Landes. Und es scheint, daß dieses Sinken mit keiner heftigen Erscheinung verbunden war; denn unter den untermeerischen Ruinen bei Tyrus finden sich ziemlich wohl erhaltene Bogengänge.

So dürften Sie Sich wohl mit dem Gedanken vertraut machen, daß der Boden unter unsern Füßen sinken kann, ohne daß wir etwas davon verspüren, sofern nur dieses Sinken sehr langsam und allmälig von statten geht.

Aber viele Beispiele liegen vor, daß solche Senkungen auch plötzlich erfolgen, und sie sind häufig die nächsten Folgen heftiger Erdbeben. So war dieß bei dem großen Erdbeben der Fall, welches am 16. Juni 1819 die Provinz Kutsch (Cutch) im Indus-Delta heimsuchte und die Hauptstadt Bhuj (Bhooj) in einen Schutthaufen verwandelte. Ein zu beiden Seiten des östlichen Indus-Arms gelegener Landstrich von 80 geogr. Quadratmeilen Fläche wurde durch Senkung des Bodens innerhalb weniger Stunden in einen See verwandelt, und das Bett dieses Flußarms vertiefte sich so, daß es zu dieser Zeit 18 Fuß Wasser hielt. Das Fort Sindree auf einer Insel im Flusse versank bis zu den Spitzen der Mauern. Gleichzeitig mit diesen Senkungen hob sich etwa eine geogr. Meile nördlich von Sindree ein Landstrich, der in Form eines von Osten nach Westen laufenden Damms quer über den östlichen Indus-Arm setzte, und eine Länge von 10 geogr. Meilen besaß.

Im Rückblicke auf diesen Brief erschrecke ich aber über seine weite Ausdehnung. Ich breche ab, mit der Erlaubniß, im nächsten den Hauptgegenstand, die großartigen Bauten der Korallenthiere, weiter verfolgen zu dürfen.

Achtzehnter Brief.

Meinen vorigen Brief schrieb ich Ihnen vor dem bedeutungsvollen Schalttage des Jahres 1848, vor dem Tage, der in unserer Zeitrechnung immer erst im vierten Jahre Bürgerrecht erlangt, der aber in diesem Jahre Ereignisse hervorgerufen hat, wie kaum jemals ein vollberechtigter bürgerlicher Tag. Was an diesem, aus kleinen Jahres-Bruchtheilen zusammengesetzten Tage geschehen ist, haben Sie noch in frischem Andenken. Nicht bloß hat er in Frankreich die Monarchie umgestürzt, auch für einen großen Theil des westlichen Europa's war er der Anfang großer Staatsumwälzungen.

Als ich in jenem Briefe bemerkte, „wie es unter den Völkern Revolutionen, Aufstände und Tumulte giebt, wie die rohe Gewalt für eine Zeit lang das Uebergewicht gewinnen kann: so ist es auch in der Natur," dachte ich nicht, daß bei uns die rohe Gewalt so bald zur Herrschaft kommen könnte.

Es ist wahr, viele unserer gerechtesten und billigsten Wünsche und Hoffnungen seit drei und dreißig Jahren blieben unerfüllt; mit Gebrechen und Mißbräuchen aller Art waren die Staatsmaschinen behaftet; alles stand unter der Vormundschaft der Bureaukratie; bestehende Verfassungen wurden durch übel berathene Für-

sten umgestürzt; für öffentliche Arbeiten bestimmte Gelder wurden fürstlichen Lieblingsneigungen geopfert; eine feile Tänzerin konnte einen für fromm gehaltenen Fürsten bethören und seinem Volke entfremden u. s. w. u. s. w. Daher kein Wunder, daß sich, wie mit einem Schlage, deutsche und romanische, slavische nnd magyarische Völkerstämme von der absoluten Herrschaft ihrer Autokraten befreien wollten.

Da kam aber der ganze Haufen unpractischer und verschrobener Köpfe, das Heer rabulistischer Advocaten, Richter und Rechtsverdreher, voll von Egoismus und unbändiger Herrschsucht, und wollte uns mit seinen unreifen republikanischen Ideen beglücken. Da kamen die Untüchtigen, die im erwählten Lebensberufe es nicht zur Geltung bringen konnten, sich aber für befähigt hielten, als Präsidenten, Minister und Gesandten ihrer glorreichen Republiken das öffentliche Wohl zu fördern. Da kamen die Verschuldeten und sittlich Untergegangenen, die, ungeschickt in der Führung des eigenen Haushalts, mit dünkelhaftem Uebermuthe nach dem Ruder der Staaten griffen und aus öffentlichen Kassen ihre Beutel füllen wollten.

Das Volk, für dessen elegante Welt die pariser Modejournale als Gesetzbuch gelten, konnte, nach menschlichem Ermessen, wohl hingerissen werden, das schon einmal mißlungene Experiment einer französischen Republik nachzuahmen. Das Land, in dem die Wiege aufgeschlagen ist, aus der so manche philosophischen Systeme zur Verdrehung der Köpfe hervorgegangen sind, konnte dem

fränkischen Reiche wohl die seltsame Ehre im Ringen nach dem Unhaltbaren und Unpractischen streitig machen. Der Kern des Volkes, die Mehrzahl des an Erfahrung reichen und an Schwindeleien armen Theils konnte aber zum großen Aerger der Wühler nicht bethöret werden.

Die Theilung der Güter und aller Verhältnisse, die als untheilbar geheiligt sind, wurde in Aussicht gestellt; die letzten Schranken der Sittlichkeit sollten niedergerissen werden. Man berief sich auf das beharrliche Streben in der Natur, das Bestehende zu zerstören, und die Unebenheiten der Erdoberfläche auszugleichen. Man vergaß aber, daß Zerstörung in der Natur nur scheinbar, daß sie nur Form- und Stoffwechsel ist. Man vergaß, daß die Natur, indem sie hier ebnet, dort durch Hebung oder Senkung einer Verwandlung der Erdoberfläche in eine ungeheure Steppe vorbeugt. Die Theilung der Güter ist mit dem Ebnen der Berge und dem Ausfüllen der Thäler zu vergleichen.

So wie aber durch dieses Ebnen die Thäler, so verlieren auch durch die Theilung der Güter Industrie und Handel ihre Hülfsquellen. So wie in organischen Ueberresten der Berge ein Capital vergraben liegt, das allmälig den Thälern zufließt und ihnen Nahrung giebt, so fließt auch das Capital der Besitzenden nach und nach den Arbeitern zu und ernähret sie. So wie in der geebneten Erdoberfläche wieder Ungleichheiten des Bodens entstehen, so müssen sich auch nach Ausgleichung der Güter wieder Ungleichheiten des Besitzes herstellen. Der Besitz der Sparsamen und der Geistesstarken nimmt zu,

der der Verschwender und der minder Begabten vermindert sich.

Wenn Ihr Volksbeglücker, Ihr Louis Blanc's, Ihr Proudhon's und wie Ihr Alle heißen möget, zur Herrschaft kommen solltet und die materiellen Güter theilen wolltet: so liegt es doch außer Eurer Macht, die Güter des Geistes zu theilen. In der Natur waltet eine einzige Intelligenz, welche alles leitet, alles ordnet; im Menschengeschlechte giebt es eben so viele Intelligenzen, als Individuen. Doch auch dort sind die Wirkungen der Intelligenz an materielle Mittel und an Kräfte gebunden: im eisigen Norden vermag sie nicht die Früchte des Südens zu erzeugen. Raubt Ihr der menschlichen Intelligenz die materiellen Mittel und die Kräfte, so raubt Ihr auch die Früchte den minder Begabten. Ihr ebnet Alles, und vergrabt und vernichtet damit die edelsten Kräfte des Menschengeschlechts.

Die Herrschaft des Geistes ist kein Phantom; sie wird und muß bleiben so lange, als ein Menschengeschlecht die Erde bewohnt, und wohl den minder Begabten, daß auch ihnen die Früchte dieser Herrschaft zu Theil werden. Hüten wir uns aber, daß Selbstsüchtige diese Herrschaft ergreifen, hüten wir uns, daß unlautere Tendenzen einander bekämpfen, und die minder Begabten das Opfer dieser Kämpfe werden.

Das seit dem Befreiungskriege angekämpfte Verlangen nach Preßfreiheit wurde gewährt. Wie ein im Käfig lange zurückgehaltener Löwe ließ sie sich los. Die goldene Zeit der Zeitungsschreiber war erschienen. Doch

neben Unreifem und Böswilligem ging auch Wahres und Gediegenes aus ihrer Feder hervor. Zu dem Letzteren zählen wir einen leitenden Artikel in der kölnischen Zeitung vom 7. April 1848, der, wenn er auch nicht in allen seinen Theilen richtig prophezeihet hat, doch die Wünsche eines großen Theils des deutschen Volkes aussprach.

Seitdem dieß geschrieben worden, ist eine längere Zeit verflossen. Wie wenig sind aber die schönen Hoffnungen in Erfüllung gegangen? — Weder die Nationalversammlung am Maine noch an der Spree hat ihre Aufgaben begriffen und gelöst. Diese, wie sie sich in ihrer thatenlosen Existenz herausgestellt, wird in der Geschichte Preußens ein unbeschriebenes Blatt zurücklassen. Die Majorität des Volks hat bereits den Stab über sie gebrochen. Die Nationalversammlung am Maine, statt ihre Macht zu gebrauchen, so lange sie ihr innewohnte, das Eisen zu schmieden, so lange es warm war, verlor sich in Discussionen über Gegenstände, die, wenn sie ihre Verhandlungen beschlossen hätten, zum Theil noch viel zu früh gekommen wären. Sie vergaß, daß ihre Macht nur auf das Vertrauen des Volkes gegründet war, obgleich in den Reden der Einzelnen nicht selten die Millionen gezählt wurden, die hinter dem Rücken standen; sie vergaß, daß dieses Vertrauen nur dann nicht wankend geworden wäre, wenn sich Ergebnisse ihrer Wirksamkeit gezeigt hätten. Wenn allerdings böser Wille von der einen Seite die redlichen Bestrebungen der anderen paralysirte: so war

es doch die Schwäche dieser, nicht mit Kraft und Nachdruck jener entgegen getreten zu sein.

Die sonst mit Recht gerühmte deutsche Gründlichkeit machte sich in ellenlangen Reden breit, Kathederweisheit wurde von der Tribüne herabgepredigt, Unreifes und Unpractisches zur Discussion und Abstimmung gebracht und Verhältnisse besprochen nicht wie sie sind, sondern wie sie sein könnten. So kam denn die Versammlung, nachdem mit jedem Tage ihre Macht abgenommen und das Mißtrauen des Volkes zugenommen hatte, erst nach einer langen Reihe von Monaten zur Hauptsache, zur Oberhauptsfrage. Bunt durcheinander, einer Musterkarte ähnlich, lagen die verschiedenartigsten Entwürfe vor. Wie aber die Wahl um so schwerer wird, je reicher die Musterkarte ist, so ging es auch unserer Nationalversammlung. Leider waren ihre Abstimmungen nur der Wiederhall der politischen und confessionellen Zerrissenheit und Uneinigkeit Deutschlands; sie zeigten, daß da, wo diametral sich entgegenstehende Partheien auf dasselbe Ziel lossteuern, der rechte Weg nicht gefunden werden kann. „Denn wo das Strenge mit dem Zarten, wo Starkes sich und Mildes paarten, da giebt es einen guten Klang;“ doch wo der Geist, der stets verneinet, sich mit dem festen Glauben einet, da wird's uns um die Einheit bang.

Ob Einer oder Viele mit einander gehen oder laufen, ist einerlei: das Ziel wird nicht früher und nicht später erreicht. Stets wird es aber später erreicht, wenn Viele zusammen berathen. Doch dieß könnte man sich gefallen lassen, wenn nur immer die Weisheit der Einzelnen

beim Zusammenwirken sich multiplicirte. Die größten Werke, die der Stolz der Nationen sind, hat nicht die Mehrheit, sondern der Genius des Einzelnen geschaffen, und selbst in Werken der Baukunst, oder im Kriege, wo das Zusammenwirken Vieler nöthig ist, bewundert man nicht die Thätigkeit der Menge, sondern den Plan des Einzelnen, welcher das Werk geschaffen oder den Sieg erfochten hat. So hat sich denn auch nicht die Weisheit vieler einzelner trefflicher Elemente in der Nationalversammlung am Maine multiplicirt; sondern im Gegentheil, was Einzelne Großes zu schaffen vermocht hätten, dessen Ausbau ist von der Menge verhindert worden. Wie auch die Erwählten des Volkes enden mögen, einen so dauerhaften und festen, der Gewalt der Wogen und der Stürme widerstehenden Bau, wie ihn die Korallenthiere aufzuführen vermögen, ist schwerlich aus ihren Händen zu erwarten.

Aus den sturmbewegten politischen Regionen, in welche die Gewalt der Ereignisse des verhängnißvollen Jahres 1848 mich geführt, kehre ich zurück in das friedliche Reich der Natur, deren Erscheinungen und ewig geltenden Gesetzen diese Briefe gewidmet sind.

Professor Ehrenberg in Berlin, der im rothen Meere viele und merkwürdige Beobachtungen über die Bauten der Korallenthiere angestellt hat, bemerkt, daß die Korallen in diesem Meere zwar nicht als Schöpfer neuer Inseln, wohl aber als bewunderungswerthe Erhalter erscheinen.

Zu Gunsten des wirklichen Wachsens der Koral-

lenstöcke im indischen Meere führt Darwin unter andern an, daß die Bewohner auf dem Keeling-Atoll, zehn Jahre vor seinem Besuche dieser Insel, einen Schoner gebaut hatten, und um denselben von der Lagune in das Meer zu bringen, genöthigt waren, mit Brecheisen durch das Riff einen Kanal zu machen, welchen er von lebenden Korallen fast gänzlich wieder ausgefüllt fand. Eben so berichtet er, daß ein gestrandetes Schiff nach 50 Jahren ganz mit Korallen incrustirt war. In einem andern war der Kupferbeschlag schon nach 20 Monaten mit einer 2 Fuß dicken Korallenschicht bekleidet. Dasselbe ist von Ankern bekannt, die Jahre lang in der See gelegen hatten.

Ehe die Frage aufzuwerfen ist, aus welchem Material bauen die Korallenthiere ihre Steingerüste auf und wo finden sie dieses Material, müssen wir die Zusammensetzung der Korallen kennen. Sie bestehen größtentheils aus kohlensaurem Kalk, der 90 bis 97 Proc. beträgt, und aus geringen Mengen phosphorsaurem Kalke und organischer Materie. Aus diesen Bestandtheilen erklärt sich, was ich nur im Vorbeigehen bemerken will, die außerordentliche Fruchtbarkeit auf den Korallen-Inseln: eine Fruchtbarkeit, wie sie auf dem Festlande fast nie angetroffen wird.

Nichts ist leichter, als den Ursprung dieser Bestandtheile der Korallen nachzuweisen. Kohlensaurer Kalk ist ein Bestandtheil des Meerwassers, worin ungefähr $\frac{1}{10000}$ davon aufgelöst ist. Beachten Sie die ungeheure und nicht zu schätzende Quantität des Meer-

wassers, so muß Ihnen, da in 10000 Pfd. desselben 1 Pfd. kohlensaurer Kalk enthalten ist, auch die Menge des letzteren außerordentlich groß vorkommen.

Die Koralleninseln, wenn auch eine der größten, wie das im vorigen Briefe angeführte australische Riff, eine Ausdehnung von 200 Meilen hat, und ihre Zahl sehr groß ist, müssen Ihnen als unbedeutend gegen den kohlensauren Kalk im ganzen Weltmeere erscheinen. An Material zu den Bildungen der Korallen fehlt es also nicht, und vergessen Sie nicht, der kohlensaure Kalk, welcher dem Meere durch die Korallen entzogen wird, strömt ihm in reichem Maaße durch die Flüsse wieder zu; denn kaum giebt es ein Quell- oder Flußwasser, welches nicht wenigstens Spuren von kohlensaurem Kalke in Auflösung hat. Der Rhein bei Basel enthält $1\frac{1}{4}$ Mal so viel davon, als das Meer.

Ich bitte, nicht etwa der Vorstellung Raum geben zu wollen, daß die Korallen Kalktheilchen, welche im Meerwasser nur schweben, nicht darin aufgelöst sind, aufnehmen, und daraus ihre Steingerüste bauen. Daß dieß nicht der Fall ist, zeigt Ehrenberg's Beobachtung, wonach die Korallen da, wo das Meerwasser durch beweglichen Sand getrübt wird, nicht gedeihen, sondern nur im klarsten und reinsten Wasser. Mehrfache Beobachtungen anderer Naturforscher haben dasselbe dargethan. Darwin beschreibt eine Korallenbank an der Westseite von Mauritius (Bourbon), welche diese Insel umgiebt, und die, obwohl im Ganzen zusammenhängend und leidlich wohl begrenzt, doch

allemal dort unterbrochen ist, wo sich gegenwärtig ein Fluß in den Kanal ergießt. Er betrachtet dieß als eine offenbare Folge des trüben, unreinen oder salzlosen Wassers, welches der Fluß in das Meer führt, und das die Korallenthiere nicht lieben.

Wie Thiere kalkige Massen bilden können, zeigen Ihnen die Schal- und Muschelthiere. Der Hauptbestandtheil der Schalen der Schnecken, Krebse u. s. w. ist gleichfalls kohlensaurer Kalk. Die Bildung derselben erfolgt gewiß nicht anders, als die der Knochen des Menschen und der Thiere, welche gleichfalls zum Theil aus kohlensaurem Kalke bestehen. Der Mensch und die Thiere nehmen mit ihren Nahrungsmitteln und Getränken kohlensauren Kalk auf, und durch organische Thätigkeit scheidet sich derselbe eben so ab, wie die übrigen Stoffe des thierischen Körpers.

Bei den Seethieren ist die Abscheidung des kohlensauren Kalks am leichtesten zu begreifen, da sie in einer Flüssigkeit leben, die ihnen diesen Stoff in ungemessener Menge darbietet.

Betrachten Sie eine Auster, so muß Ihnen die bedeutende Masse der Schale im Verhältnisse zu der geringen des Thiers auffallen. Ich habe mir die Mühe gegeben, die Gewichte von zehn Austern und ihrer Schalen zu bestimmen. Danach ist das Gewicht der letzteren $2\frac{3}{4}$ bis $7\frac{3}{5}$ Mal so groß, als das des Thiers, während beim Menschen das Gewicht der Knochen etwa $\frac{1}{15}$ seiner organischen Bestandtheile ist.

Sind in 10000 Gewichtstheilen Meerwasser 1

Gewichtstheil kohlensaurer Kalk aufgelöst, und haben die Austern die Fähigkeit, dem verschluckten Meerwasser allen kohlensauren Kalk zu entziehen: so mußten durch den Körper jener Auster, deren Schale $7\frac{3}{5}$ Mal so viel wog, als sie selbst, $5\frac{1}{5}$ Kubikfuß oder 345 Pfd. Wasser während der Zeit, als der Bau ihrer Schale dauerte, gegangen sein. Diese Wassermenge beträgt 75714 Mal so viel, als das Gewicht des Thiers.

Sie sehen, die Austern sind zu vergleichen mit Wasserpumpwerken, welche immerfort im Gange sind. Wirklich geht bei allen Muschelthieren eine beständige Wasserströmung von hinten nach vorn innerhalb des Mantels. Sollte, was wahrscheinlich ist, durch die organische Thätigkeit dieser Thiere nur ein Theil des kohlensauren Kalkes aus dem Meerwasser abgeschieden werden: so würde sich jene Wassermenge noch bei weitem mehr vergrößern.

Diese Wasserströmung in den Austern muß Ihr Erstaunen erregen, wenn Sie dieselbe mit den Getränken vergleichen, welche durch unsern Körper gehen. Durch den Organismus eines Menschen von 150 Pfund Gewicht gehen, wenn er selbst 5 Pfd. Flüssigkeit täglich und während einer Lebensdauer von 75 Jahren zu sich nähme, doch nur das 912fache Gewicht seines Körpers an Getränk, also nur $\frac{1}{83}$ von dem Meerwasser, welches durch jene Auster gegangen ist. Wenn auch die Austern eine ziemlich lange Lebensdauer haben, so werden doch wohl die meisten Schalen in wenigen Jahren, vielleicht in noch kürzerer Zeit gebildet. Wird über-

dieß nur ein geringer Theil des kohlensauren Kalkes im Meerwasser, welches durch die Austern strömt, zur Bildung der Schale verwendet: so kann es leicht sein, daß in ihnen eine Wasserströmung stattfindet, welche mehrere hundert, ja mehrere tausend Mal so viel beträgt, als das Getränk, welches der Mensch in gleicher Zeit zu sich nimmt.

Es ist einleuchtend, daß die Menge kohlensauren Kalks, welche nur allein die Austern jährlich aus dem Meere abscheiden, eine nicht unbedeutende Größe ist; es giebt Austernbänke von großer Ausdehnung. So fand man erst kürzlich, zwischen der Spitze von Barfleur und dem Cap de la Heve, eine Austernbank von 9 Stunden Länge und 21 bis 29 Zoll Dicke.

Besitzen die Korallen und die übrigen Kalk-abscheidenden Thiere nur eine solche organische Kraft, wie die Austern: so begreifen Sie, welche Quantitäten kohlensauren Kalks dem Meere durch diese Seethiere alljährlich entzogen, und welche Bauten von den Korallen aufgeführt werden können. Nimmt der kohlensaure Kalk im Meerwasser nicht zu, so müssen die Kalk-abscheidenden Seethiere eben so viel davon verbrauchen, als durch die Flüsse zugeführt wird. Ein solches Verhältniß läßt sich erwarten, da in der Natur überall ein Streben nach Gleichgewicht sich zeigt. Nach dem Tode der Muschelthiere mögen manche Muschelschalen, welche dem Angriffe des Meerwassers ausgesetzt sind, von demselben wieder aufgelöst werden; diejenigen aber, welche im Sande und Schlamme des Meeresgrundes

begraben werden, entziehen sich der auflösenden Kraft des Wassers. Daß sie darin Millionen Jahre liegen bleiben, ohne zerstört zu werden oder wenigstens ihre Form zu verlieren, zeigt ihre Anwesenheit in denjenigen Gesteinen, welche, wie ich im zehnten Briefe (Bd. I. S. 202) bemerkt habe, aus Meeresabsätzen entstanden sind.

In eben diesem Briefe (S. 208) machte ich Sie aufmerksam, daß auf dem Grunde des Meeres, wo keine Verdunstung des Wassers stattfindet, keine Absätze von kohlensaurem Kalke erfolgen können. Ich versprach, später zu zeigen, daß sich aus dem Meerwasser nicht bloß kohlensaurer Kalk als Bindemittel niederschlagen könne, sondern daß durch diese Niederschläge unsere mächtigen Kalkgebirge entstanden seien. Ich hatte damals den Absatz durch Kalk-abscheidende Seethiere im Sinne, worüber ich in diesem Briefe schon so viel gesprochen habe.

Ehrenberg's Untersuchungen haben die wichtige Thatsache kennen gelehrt, daß in Kalksteinen, welche fast gar keine Versteinerungen enthalten, Ueberreste von Thierchen sich finden, die so klein sind, daß man sie nur durch gute Mikroskope erkennen kann. Sie kennen diese Thierchen schon unter dem Namen Infusionsthierchen, Infusorien, weil sie zum Vorschein kommen, wenn Wasser auf pflanzliche oder thierische Substanzen gegossen wird und eine Zeit lang darüber stehen bleibt, welches man infundiren nennt.

Nach jenen Untersuchungen bestehen viele, wahrscheinlich alle europäischen Kreidefelsen aus mikroskopi-

schen, dem bloßen Auge meist ganz unsichtbaren, schnekkenartigen Korallenthierchen mit Kalkschalen und aus andern mit Kieselschalen von $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie Größe.

Um sich von solchen kleinen Größen einen Begriff zu machen, bemerken Sie, daß, wenn Sie in Gedanken 58 Blättchen ächtes Buchbindergold auf einander legen, die Dicke dieser Lage $\frac{1}{288}$ Linie betragen würde; denn Sie wissen, daß ein solches Goldblättchen $\frac{1}{16666}$ Linie oder $\frac{1}{200000}$ Zoll dick ist (Bd. I. S. 184). Wollen Sie Sich noch leichter ein $\frac{1}{288}$ Linie dickes Thierchen versinnlichen: so zählen Sie in einem Buche 288 Blätter ab und drücken dieselben so fest wie möglich zusammen. Sollte diese Papierlage die Dicke einer Linie, (bekanntlich der zwölfte Theil eines Zolles) haben: so würde die Dicke eines einzigen dieser Blätter der eines solchen Thierchens gleich sein. Sie werden aber kein Buch finden, dessen Papier, wenn auch das feinste, so dünn wäre, daß 288 Blätter nur eine Linie dick wären; sondern eine solche Lage wird mindestens 4 Linien und noch mehr Dicke haben. Ein einziges Blatt davon wird also mindestens 4 Mal so dick sein, als ein Thierchen von $\frac{1}{288}$ Linie Größe. Von solcher Kleinheit sind also die Thierchen mit Kieselschalen aus der Kreide.

Wenn Ihnen der Inhalt meiner Briefe nicht selten Gelegenheit dargeboten haben möchte, die Natur in ihrer Größe zu bewundern: so dürfte die Betrachtung solcher mikroskopischen Thierchen Sie nicht minder zur Bewunderung der Natur in ihrer Kleinheit hinreißen. Thiere von einer solchen fast verschwindenden Größe

haben noch ihre Organe, Gefäße, in denen Flüssigkeiten, die zu ihrer Ernährung dienen, circuliren u. s. w. Es schwinden die Augen, wenn man versucht, sich von der Größe solcher Organe und der Theilchen der Flüssigkeit, welche sich in ihnen bewegen, eine Vorstellung zu machen. Aber in demselben Verhältnisse, als die mit den besten Mikroskopen bewaffneten Augen ihren Dienst versagen, steigt die Bewunderung alles dessen, was der Urheber alles Daseins geschaffen hat.

Doch lassen Sie uns zurückkehren zu den Kreidefelsen, welche aus solchen Thierchen bestehen. Geben Sie der Vorstellung Raum, daß es Korallenthierchen von der bemerkten Größe waren, welche dem Meerwasser kohlensauren Kalk entzogen und daraus ihre Kalkschalen bildeten, daß diese Schalen beim Absterben der Thierchen sich auf einander häuften und endlich Gebirgsmassen von mehr als 1000 Fuß Mächtigkeit bildeten: so sind Sie gezwungen, von der Vorstellung verschwindender Größen überzugehen zu der Vorstellung solcher Größen, die zu fassen uns nicht minder schwer wird. Denn ein Kreidegebirge von solcher Mächtigkeit, und von so großer Ausdehnung, wie das in Frankreich und England und in andern Ländern, als eine Zusammenhäufung von schaligen Ueberresten so außerordentlich kleiner Thierchen zu denken, führt zu unvergleichlichen Zahlen.

Bemerken Sie, die Kreide besteht größtentheils aus kohlensaurem Kalk, welcher überhaupt der Hauptbestandtheil aller Kalkgebirge ist. Bemerken Sie ferner

daß in denjenigen Kalkgebirgen, welche Oolithenkalk und Bergkalk genannt werden, Spuren ähnlicher mikroskopischer Wesen sich verfolgen lassen: so werden Sie immer vertrauter mit dem Gedanken, daß vielleicht alle aus Meeresabsätzen gebildete Kalkgebirge nichts anderes, als Zusammenhäufungen von Kalkschalen untergegangener kleiner Seethierchen sind. Einer unserer größten Geognosten, Leop. von Buch, auf dessen Urtheil und Scharfblick man bauen kann, vergleicht wirklich das Juragebirge in Schwaben und Franken, das eine ununterbrochene Fortsetzung des Jura der Schweiz ist, und in diesem Lande eine Höhe oder Mächtigkeit von mehr als 5000 Fuß erreicht, seiner Form und Lagerung nach mit dem schon einige Mal erwähnten großen Korallenriffe, das Neuholland in einer Ausdehnung von mehr als 200 deutschen Meilen umgiebt.

Warum, werden Sie vielleicht fragen, werden hier Vermuthungen ausgesprochen, die mit Hülfe des Mikroskops bestätigt oder widerlegt werden könnten? —

Alles in der Welt hat seine Grenzen, nur nicht die Allmacht des Schöpfers. Man hat in neuerer Zeit die Mikroskope ungemein verbessert; man hat Instrumente angefertigt, die den Durchmesser eines Körpers bis zum 540fachen vergrößern. Wenn daher ein Thierchen nur $\frac{1}{540}$ Linie in seiner Länge oder Breite hat: so erscheint es uns, durch ein solches Mikroskop gesehen, 1 Linie lang oder breit; mithin vielleicht so groß und so deutlich, daß man erkennen kann, ob es wirklich ein Korallenthierchen mit Kalkschalen ist.

Sie werden aber nicht behaupten wollen, daß es nicht noch kleinere mikroskopische Thierchen geben könne. Ein Thierchen von $\frac{1}{2100}$ Linie Größe würde durch ein Mikroskop von 540facher Vergrößerung nur $\frac{1}{4}$ Linie groß erscheinen. Dieß ist schon eine sehr kleine Größe, die wahrscheinlich keine organischen Formen mehr unterscheiden läßt. Hier hat also die unmittelbare Beobachtung ihr Ende, oder sie wird wenigstens sehr zweifelhaft. Außerdem tritt noch die Schwierigkeit entgegen, daß man, selbst wenn die organischen Ueberreste eine mikroskopisch erkennbare Größe haben, die Theile eines Kalksteins nicht immer durch Erweichen mittelst Flüssigkeiten und durch andere Mittel so isoliren kann, daß man die in einander gewirrten Formen organischer Körperchen entwickeln und sie erkennen kann. Kurz, wir haben wenig Hoffnung, durch unmittelbare Beobachtung mikroskopische Thierchen in allen Kalksteinen, die sich aus Meeresabsätzen gebildet haben, nachzuweisen, selbst wenn alle diese Gesteine durch organische Thätigkeit entstanden sein sollten.

So lange der Chemiker keinen andern Proceß ermitteln kann, sich die Abscheidung des kohlensauren Kalkes zu denken, als durch organische Thätigkeit der Korallen- oder ähnlicher Thierchen, wird es jedoch die wahrscheinlichste Hypothese bleiben, daß alle im Meere gebildeten Kalksteine auf diesem Wege entstanden sind.

Dieß sei indeß nur eine Bemerkung im Vorbeigehen. Es war nicht meine Absicht, Sie zu diesem geologischen Resultate zu führen; denn mit Recht könn-

ten Sie die Nachweisung verlangen, ob denn keiner der chemischen Processe, wodurch wir in unsern Laboratorien kohlensauren Kalk aus Gewässern niederschlagen, in dem Meere angenommen werden könne zur Erklärung der darin von statten gehenden Absätze. Dieß nachzuweisen, würde mich zu weit in die chemische Küche führen, und um so mehr kann ich davon abstehen, da ich diesen Gegenstand mit seinen wissenschaftlichen Seiten in meiner chemischen und physikalischen Geologie abgehandelt habe.

Was ich Ihnen zeigen wollte, habe ich gezeigt; daß nämlich die Herrschaft der organischen Natur über die unorganische auf eine großartige Weise in den unorganischen Bildungen, die durch organische Thätigkeit entstanden sind, und noch entstehen, auftritt. Sollten es auch nur die Koralleninseln und die Korallenriffe sein, welche auf diese Weise gebildet worden sind und noch gebildet werden: so würden schon diese Schöpfungen zu den großartigen gehören. Im Hintergrunde leuchtet aber die große Wahrscheinlichkeit hervor, daß die sämmtlichen aus Meeresabsätzen gebildeten Kalksteine eine ähnliche Bildung haben.

So wie auf eine bewunderungswürdige Weise das organische Leben fortwährend aus dem Meere einen Theil seines kohlensauren Kalkes ausscheidet und so das Gleichgewicht zwischen diesem und dem, was die Flüsse zuführen, wieder herstellt: so ist es dasselbe organische Leben, welches auch Kieselsäure dem Meere entzieht. Ehrenbergs wichtige Entdeckungen weisen nicht nur

ein unsichtbar kleines, mikroskopisches, ununterbrochen thätiges Leben selbst in der Nähe beider Pole, wo längst das größere nicht mehr gedeiht, nach; sondern die mikroskopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctischen Reise des Capitain James Roß gesammelt, enthalten sogar einen ganz besondern Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umher schwimmenden Eises, unter einer geographischen Breite von 78° wurden über fünfzig Arten kieselschaliger Infusorien, ja sogar mit ihren Eierstöcken, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 ähnliche kieselschalige Infusorien und mit ihnen nur ein einziges kalkschaliges Thierchen heraufgezogen.

Gewiß nicht ohne unerforschliche Absicht hat die Vorsehung solchen oceanischen mikroskopischen Formen die Fähigkeit verliehen, in Kältegraden auszuhalten, in denen alles übrige organische Leben erlöscht. Betrachten wir diese Organismen als Glieder eines großen Ganzen, so scheint der Zweck ihres Daseins zu sein, unorganische Bildungen hervorzurufen. Ein solcher Zweck kann sich aber nicht an klimatische Verhältnisse knüpfen. Ist es eine Nothwendigkeit, daß aus den vom Meerwasser aufgelösten Substanzen unorganische Bildungen entstehen: so kann sich dieß nicht bloß auf die Meere in den heißen und in den gemäßigten Zonen beschrän-

ken; denn solche Bildungen sind unabhängig von den Bedingungen des höhern organischen Lebens.

Nicht bloß in den Polargegenden, auch in den Eismeeren der hohen alpinischen Regionen findet sich eine unzählbare Menge noch wenig bekannter mikroskopischer Organismen. So sind, nach den Untersuchungen von Ch. Vogt und Baßnitz, Infusorien das färbende Princip in dem, auf den Gletschern so häufigen rothen Schnee. Das Wasser der Gletscher enthält sehr viele Varietäten noch nicht bestimmter kryptogamischer Gewächse. Desor hat die Gletscher-Flöhe entdeckt, die man überall auf der Oberfläche der Gletscher findet. Es reicht hin, auf dem Aargletscher den ersten besten Stein von der mittleren Moraine (ein Wall von Steingerölle, welches den Gletscher bedeckt) aufzunehmen, um Myriaden solcher Flöhe zu finden. Sie sind so zahlreich im Eise, daß sie seine Farbe in's Schwarze ziehen. Wo Thiere leben, seien sie noch so klein und unbedeutend, muß es auch pflanzliche Substanzen geben; denn aus dem Wasser des abschmelzenden Gletschereises können die Gletscherflöhe keine Nahrung ziehen. Auch dieser Umstand spricht daher für eine Vegetation in jenen eisigen Regionen, wenn sie auch unter diesen Verhältnissen nur auf einer niedern Stufe stehen kann.

Die Gletscherflöhe können übrigens einer zu großen Kälte nicht widerstehen; denn als man sie in eine Flasche brachte, welche durch künstliche Mittel bis auf 14° R. unter Null abgekühlt war, starben sie nach wenigen Augenblicken.

Sie sehen, die kleinen mikroskopischen Organismen in den Eisfeldern der Alpen, wenn sie auch nicht die Bestimmung haben, Steingerüste zu bauen, wie die Meeresthiere, haben doch mit diesen gemein, in strenger Kälte leben zu können, in denen größere Organismen nicht mehr zu existiren vermögen.

Die bisher entdeckten, oceanischen, mikroskopischen Thierchen sind in weit überwiegender Menge die kieselschaligen. Man kann für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche, mikroskopische, selbstständige Organismen enthalte.

Nach Ehrenberg's Untersuchungen und Berechnungen bilden sich in dem Schlamme, welcher sich im Hafen von Wismar am baltischen Meere absetzt, jährlich 17496 Cubikfuß kieseliger Organismen; sehr bedeutende Quantitäten auch im pillauer Hafen. Bei warmer Witterung bilden sie ferner einen handdicken moderartigen Ueberzug in stehenden Gewässern. Obwohl mehr als 100 Millionen dieser Thierchen erst einen Gran (den 7680sten Theil eines Pfundes) wiegen, so sammelte doch Ehrenberg in einer Stunde fast 1 Pfund, und in wenig Stunden wäre es möglich gewesen, davon im Thiergarten bei Berlin bis zu ½ Centner zu sammeln. Man möchte daher, sagt Ehrenberg, jetzt nicht mehr fragen: wie sind die Felsmassen aus Infusorien möglich? — vielmehr möchte man fragen: wohin verlieren sich die zahllosen Quantitäten der jetzt lebenden mikroskopischen Kieselthiere, die

in so vielen Gräben und Sümpfen große Lagen von Kieselsäure verbrauchen?

Ebenso wie die Korallen den kohlensauren Kalk, so müssen andere Seethierchen Kieselsäure aus dem Meerwasser und andern Gewässern abscheiden. In 33333 Pfd. Meerwasser ist ungefähr 1 Pfd. Kieselsäure aufgelöst; diesen Thierchen gebricht es daher nicht an Material zur Bildung ihrer kieseligen Panzer. Es giebt aber auch, wie ich im fünfzehnten Briefe (S. 342) bemerkt habe, wohl kaum ein Quellwasser, Flußwasser u. s. w., welches nicht wenigstens Spuren von Kieselsäure aufgelöst enthielte. Im Meere, in Süßwasser-Seen, in stehenden Gewässern, in Sümpfen u. s. w., überall sind daher die Bedingungen zur Bildung von Kieselpanzern gegeben.

Daß die durch organische Thätigkeit entstandenen kieseligen Bildungen eine geologische Bedeutung haben, werden Sie aus dem Folgenden ersehen.

Unter dem Namen Kieselguhr oder Bergmehl findet sich sehr häufig eine weiße oder graulichweiße, aus staubartig, sehr lose verbundenen Theilchen bestehende Masse, welche unter andern bei Oberohe in der lüneburger Haide ein 28 Fuß dickes, in und um Berlin sogar ein bis zu 100 Fuß Dicke reichendes Lager bildet. Bei Bilin in Böhmen, am Habichtswalde bei Cassel und an andern Orten kommt der sogenannte Polirschiefer (so genannt, weil er zum Poliren gebraucht wird) vor. Sowohl jener Kieselguhr, als dieser Polirschiefer und andere ähnliche Mineral-

substanzen bestehen ganz oder zum Theil aus den Schalen der Panzer-Infusorien.

Aus einer einfachen Rechnung ergiebt sich, daß jedes der Thierchen mit Kieselpanzern, wie sie sich in der Kreide finden, 19 Tropfen Meerwasser nöthig hat, um daraus die zur Bildung nöthige Kieselsäure zu ziehen. Dieß ist eine große Menge Wassers, wenn wir sie mit einem $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie großen Infusionsthierchen vergleichen. Ein solches Thierchen muß mindestens 33333 Mal so viel Meerwasser verschlucken, als es wiegt, sofern es alle Kieselsäure daraus aufnimmt. Wenn aber, wie wahrscheinlich, nur ein kleiner Theil dieser Kieselsäure, beim Durchgange durch den Organismus des Thierchens, aufgenommen wird: so kann jene Wassermenge bis zum Millionenfachen steigen. Berücksichtigen Sie endlich die schnelle Entwicklung solcher Infusionsthierchen, nehmen Sie dafür etwa 24 Stunden an: so geht innerhalb dieser Zeit mindestens 33333 Mal so viel Wasser durch ihren Organismus, als sie wiegen. Dieß ist eben so viel, als wenn ein Mensch von 150 Pfd. Gewicht in 24 Stunden 5 Millionen Pfd. Wasser, d. i. nahe einen Cubikfuß in der Secunde — eine Quantität, womit man oberschlächtige Mühlenräder treiben könnte — durch seinen Körper führte.

Wenn wir sagen, der Mensch und die Thiere scheiden die in Flüssigkeiten aufgelösten Stoffe, welche sie als Getränk aufnehmen, durch organische Thätigkeit ab: so verstehen wir darunter, daß ihre Organe die Kraft besitzen, diese Stoffe den Flüssigkeiten zu entzie-

hen und sie da abzulagern, wo sie die feste Masse des Körpers bilden oder vermehren sollen. Das Blut ist die in den Adern unseres Körpers circulirende Flüssigkeit, welche Alles aufgelöst enthält, woraus die festen Theile desselben bestehen. Wie der Absatz dieser Stoffe erfolgt, davon können wir uns eine klare Vorstellung machen. Unser Körper ist in beständiger Ausdünstung begriffen, und das Ausdünstende ist nichts anderes als das Wasser des Bluts, in welchem jene Stoffe aufgelöst sind. So wie das Wasser des Bluts aus einem Gefäße, etwa in einer Wärme, wie die unsers Körpers stehend, nach und nach verdunstet, und die darin aufgelöst gewesenen Stoffe zurückbleiben: so verdunstet auch durch die Poren des menschlichen Körpers das Blutwasser und läßt die festen Stoffe zurück. Da wir beständig transpiriren, so ist es ein Zeichen, daß diese Abscheidung fester Stoffe beständig von statten geht. Welche üble Folgen es hat, wenn diese Transpiration gestört wird, lehrt die tägliche Erfahrung.

Auf solche Weise ist nicht zu denken die Ausscheidung des kohlensauren Kalkes und der Kieselsäure aus dem Meerwasser, welches die Thiere aufnehmen, die sich mit Schalen oder Panzern bekleiden; denn bei den im Wasser lebenden Thieren kann keine Ausdünstung stattfinden. In diesen Thieren müssen die Organe eine eigenthümliche Kraft besitzen, das Feste von dem Flüssigen zu scheiden, damit jenes zur Bildung der Schalen oder Panzer aufgenommen, dieses, das Wasser, abgeschieden werde.

Welches auch diese Kraft sein mag, sie muß, namentlich in den kleinsten unter den Infusionsthierchen, eine außerordentliche sein, um es möglich zu machen, daß, im Verhältnisse zu der überaus geringen Masse dieser Thierchen, aus so großen Quantitäten Meerwasser in kurzer Zeit die erdigen Bestandtheile zur Bildung der Panzer ausgeschieden werden können.

So lernen wir Kräfte im organischen Reiche, im unsichtbar kleinen, mikroskopischen Leben kennen, welche alle anderen in der Natur wirksamen Kräfte, wovon ich im sechzehnten Briefe gesprochen habe, im hohen Grade zu überbieten scheinen. Wenn wir, wie oben bemerkt worden, die Natur in ihrer Größe, wie in ihrer Kleinheit bewundern müssen: so haben wir sie nicht minder zu bewundern in den außerordentlichen Kräften, welche sie den kleinsten Thierchen zur Beherrschung der unorganischen Natur verliehen hat.

In Geschöpfen, welche sich so außerordentlich schnell vermehren, wie die Infusionsthierchen, müssen alle Aeußerungen der Lebensthätigkeit mit einer außerordentlichen Kraft erfolgen. In Beziehung auf die erstaunliche Thätigkeit in der Aufnahme des Wassers, und der darin enthaltenen Nahrungsmittel schöpfen wir aus Ehrenberg's mikroskopischen Untersuchungen folgende Belehrung. Um den Mund dieser Thierchen stehen Haare, welche einen Wimperkranz bilden (Strudelorgan oder Wirbelorgan), durch dessen Bewegung ein Strudel im Wasser gegen den Mund hervorgebracht wird. Dieses Organ scheint nicht bloß die Nahrungsmittel anzuziehen,

sondern auch zur Fortbewegung zu dienen. Denselben Zweck, wie der Wimperkranz, haben auch die peitschenförmigen Rüssel mehrerer Magenthiere, indem durch die Bewegung derselben ebenfalls ein Strudel im Wasser bewirkt wird. Wo man in diesen Thierchen innere Ernährungs- und Verdauungs-Organe ermittelt hat, da zeigen sie sich als mehrere blasenförmige Magen, welche eine große Oberfläche für Aufnahme des Wassers und für Abscheidung seiner Bestandtheile darbieten.

Ein Räderthierchen, welches Ehrenberg 18 Tage lang beobachtete, ist unter günstigen Umständen, in je 24 bis 30 Stunden einer 4fachen Vermehrung fähig. Es kann in dieser Zeit 4 Eier, von der ersten Eierstocksthätigkeit an bis zum Auskriechen der Jungen, entwickeln. Diese 4fache Vermehrung in der Zeit eines Tages giebt aber, wenn kein Hinderniß eintritt, und das einzelne Thierchen in 10 Tagen 40 Eier legt, wenn ferner die Kinder, Enkel, Großenkel u. s. w. dieser Mutter in demselben Verhältnisse sich vermehren, wenn keiner dieser Nachkommen umkommt oder seine Fortpflanzung-Fähigkeit verliert, am 10ten Tage eine Million Individuen von einer Mutter, am 20sten eine Billion, am 30sten eine Trillion u. s. w. Obwohl diese Produktivität der Räderthierchen die größte ist, welche in der Natur beobachtet wurde: so erreicht sie doch bei weitem nicht die anderer Infusorien (der polygastrischen). An einem solchen Thierchen, welches $\frac{1}{12}$ Linie groß und ebenfalls während einer, mehrere Tage langen Lebensdauer von Ehrenberg mit Sicherheit beob-

achtet worden ist, hat er durch einfache Quertheilung binnen 24 Stunden die Verachtfachung eines Individuums beobachtet. Dieß würde also die Möglichkeit des Doppelten jener Vermehrung geben. Da aber diese Thiere, außer der Theilung, auch durch Eier sich vermehren, und diese Eier nicht einzeln, sondern massenweise ausgeschieden werden: so ergiebt sich hieraus eine mögliche, so ungeheure Vermehrung einzelner Individuen binnen 48 Stunden, daß das Zählen aufhören muß, und man vom Zahllosen sprechen kann.

Hierbei dürfte Ihnen vielleicht die Belohnung einfallen, welche sich der Erfinder des Schachspiels ausbedungen haben soll. Sollte diese an das Fabelhafte reichende Belohnung Ihrem Gedächtnisse entschwunden sein, so will ich die Erzählung wiederholen, wie sie von orientalischen Schriftstellern mit vielem Ernste vorgetragen wird.

Die Perser glaubten einen großen Ruhm für ihre Nation darin zu finden, daß Ardschir, einer ihrer Könige, das Brettspiel erfunden habe. Sessa, ein Indier, erfand, um ihnen gleichsam Trotz zu bieten, das Schachspiel und brachte es seinem Könige. Dieser war durch diese Erfindung so erfreut, daß er dem Sessa eine Belohnung anbot, so groß, als er sie selbst nur wählen würde. Er verlangte, der König sollte ihm für das erste Fach im Schachbrette, deren bekanntlich 64 sind, ein Getreidekorn, für das zweite 2, für das dritte 4 und so fort geben. Der König, unwillig darüber, daß Sessa so wenig forderte, befahl, weil dieser keine

andere Belohnung haben wollte, ihm das Verlangte zu gewähren. Als es aber zur Berechnung kam, fand sich eine so ungeheure Zahl Körner, daß der König bekennen mußte, er sei nicht im Stande, den Erfinder zu befriedigen. Nur als ein Curiosum schreibe ich die Zahl der Körner hin. Sie war:

18446744073737709551615

also sehr nahe 1845 Trillionen.

Ein arabischer Schriftsteller berechnet, daß 32768 große Städte erforderlich sein würden, um so viel Korn aufzuschütten, und ein englischer Mathematiker findet, daß es, auf einander geschüttet, eine Pyramide von 9 englischen Meilen Länge, Breite und Höhe ausmachen würde, welches ein Berg wäre, wie ihn unsere ganze Erde nicht aufzuweisen hat.

Wenn ein indischer König das ungemein zunehmende Wachsen einer geometrischen Progression übersehen konnte: so dürfte es Entschuldigung finden, daß ich Ihnen durch vorliegendes Beispiel einige Nachhülfe zu gewähren gesucht habe. Sie sehen, daß die Zunahme der Nachkommen jener Räderthierchen-Mutter in einem noch viel rascher steigendem Verhältnisse erfolgt, als die Zunahme der Getreidekörner im Schachbrette; denn hier sind die ersten Glieder

1 2 4 8 16 . . . .

dort 4, 16, 64, 256, 1024 . . . .

Lassen Sie uns schließlich noch berechnen, welches Gewicht die Trillion kieseliger oder kalkiger Panzer haben würde. Kommen auf jeden Cubikzoll 1 Million

Räderthierchen, so ist das Gewicht eines derselben $\frac{1}{2000}$ eines Granes; mithin das von einer Trillion Individuen 65000 Millionen Pfd. Nehmen diese Panzer denselben Raum ein, wie der Kieselguhr, so erfüllen 65000 Millionen Pfd. einen Raum von fast 1000 Cubikfuß. Ein einziges dieser Thierchen kann sich also innerhalb eines Monats so vermehren, daß seine sämmtlichen Nachkommen mit ihren Panzern eine Schicht Kieselguhr von einer Quadratmeile Fläche und ungefähr $1\frac{3}{4}$ Fuß Dicke bedecken.

Erlauben Sie mir mit einer hierauf bezüglichen Bemerkung in meiner Geologie zu schließen:

„Wie Archimedes ausrief: „„gieb mir einen Standpunkt außer der Erde und ich bringe sie aus ihren Angeln,““ so könnten wir ausrufen: gieb uns ein Panzerthierchen, und wir scheiden damit in kurzer Zeit allen kohlensauren Kalk und alle Kieselsäure aus dem Weltmeere.“

Neunzehnter Brief.

Sie haben im vorigen Briefe einen merkwürdigen Kreislauf kennen gelernt, welchem die unorganischen Stoffe unterworfen sind. Die Regenwasser dringen in den Boden und in die Gesteine, lösen darin kohlensauren Kalk und Kieselsäure auf und kommen damit beladen als Quellen wieder zu Tage. Durch den Zusammenfluß der Quellen bilden sich Bäche und Flüsse, und diese strömen dem Meere zu. Eine bewunderungswürdige organische Thätigkeit der kleinsten, großentheils nur mikroskopischen Thierchen, scheidet den kohlensauren Kalk und die Kieselsäure wieder ab, es entstehen daraus Panzer und Schalen, welche, nach dem Absterben der darin wohnenden Thiere, auf einander gehäuft, mächtige Kalk- und Kiesellager bilden, die, durch unterirdische Kräfte nach und nach über den Meeresspiegel erhoben, die Grundlage einer neuen organischen Schöpfung werden.

Dieselben Processe wiederholen sich. Das über

das Meer erhobene Kalkgebirge wird dem auf ihm niedergehenden Meteorwasser wieder tributpflichtig; abermals wird kohlensaurer Kalk aufgelöst, und strömt auf denselben Wegen dem Meere wieder zu.

Diese Metamorphosen des kohlensauren Kalkes können wir uns in alle Ewigkeit fortgesetzt denken. Der kohlensaure Kalk der Koralleninsel, welchen eine organische Thätigkeit aus dem Meerwasser abgeschieden hat, war auf dem festen Lande vielleicht ein Theil bebauter Erde. Er, der in diesem Augenblicke auf der Koralleninsel Pflanzen trägt, kann in der nächsten Zeit durch Gewässer oder durch die schäumenden Wellen des Meeres wieder ein Eigenthum desselben werden, um abermals durch die nie rastende Thätigkeit der Korallenthiere zu neuen Bauten zu dienen.

Ebenso verhält es sich mit den organischen Ueberresten dieser Thiere, die mit dem unorganischen Kalke in den Koralleninseln begraben sind. Aus ihnen entwickelt sich eine üppige Vegetation, Thiere und der Mensch nähren sich davon; alles kehrt aber in den Boden und in das Meer, wovon es ausgegangen, wieder zurück. Auch dieser Kreislauf nimmt kein Ende.

Man spricht so oft von Zerstören; ich selbst habe diesen Ausdruck in meinen Briefen häufig gebraucht. Was ist es, das an den Dingen zerstört werden kann? — Es ist nur die Verbindung der Elemente oder die Form, welche zerstört wird; nicht aber die Materie selbst. Nicht das Eisen des eisernen Nagels wird durch den Rost zerstört; bloß die Form. In dem Rost ist die

ganze Menge des Eisens noch vorhanden und ein einfacher Proceß, derselbe wodurch alles Eisen aus seinen Erzen in den Hohöfen ausgeschieden wird, stellt es wieder her. Der Felsen, welcher durch Verwitterung nach und nach ganz zu Erde wird, hat nur seine Form verloren. In der Erde sind noch dieselben Bestandtheile, wie in dem unverwitterten Felsen; höchstens daß sie Wasser und Luft aus der Atmosphäre aufgenommen haben. Die durch Gewässer in das Meer geführte Erde kann dort nach Jahrtausenden wieder zu einem Gestein erhärten, das, wenn es in seinem äußern Ansehen und in seiner Form auch noch so verschieden von dem Felsen, aus dem es entstanden, ist, doch gleichfalls die Bestandtheile desselben in sich schließt.

Selbst die Zerstörung organischer Körper ist dem Wesentlichen nach nichts anderes, als Formveränderung. Ist die Fäulniß und Verwesung eines organischen Körpers, z. B. des Menschen vollendet: so finden wir als einzige Ueberbleibsel seiner unorganischen Bestandtheile, die Knochen. Da alles Organische, Fleisch, Blut u. s. w. verschwunden ist, so scheint es wirklich zerstört worden zu sein. Es hat sich jedoch nur in luftförmige Verbindungen aufgelöst, welche während der Fäulniß sich entwickelt haben, wie der unangenehme Geruch jedes faulenden Körpers zeigt; aber in diesen Verbindungen finden sich alle Bestandtheile wieder.

Die Metamorphosen in der unorganischen Natur drehen sich in einem engern Kreise herum, als die des organischen Reiches. Der Fels wird durch Verwitte-

rung zu Erde, die Erde unter Umständen, wie ich sie im zehnten Briefe (S. 205 u. 208) entwickelt habe, wieder zu Stein. Der verfaulte organische Körper kann aber nur durch das unorganische Reich wieder in das Organische zurückkehren; denn die Producte der Fäulniß sind nichts anderes, als unorganische Substanzen. Durch diesen Uebergang kann die verfaulte Pflanze in der nächsten Vegetation wieder eine neue Pflanze von derselben Art geben. Das verfaulte Thier kann nicht denselben Uebergang machen; denn die Producte seiner Fäulniß können erst durch das Pflanzenreich wieder ein Eigenthum des Thierreiches werden.

Was von den Theilen unserer Erde gilt, gilt auch von der ganzen Erde. Nichts von ihr verliert durch noch so oft wiederholten Gebrauch, durch die vielfältigste Metamorphose die Fähigkeit, für dieselben oder für neue Zwecke zu dienen. Der Kohlenstoff, sei er ein Eigenthum der Steinkohle, einer Pflanze, unseres Körpers oder der Kohlensäure, ist und bleibt für alle Ewigkeit derselbe Kohlenstoff. Nach den unabänderlichen Gesetzen, welche der Natur vorgeschrieben worden, kann er nimmermehr, er könnte nur durch ein Wunder zerstört werden. Sollte aber die Allmacht die Gesetze, welche sie gegeben hat, selbst aufheben? —

Sie sehen, in der Materie selbst liegt nichts, wodurch sie zerstört werden kann. Nach unsern Begriffen können wir uns daher nur eine ewige Existenz unserer Erde denken. Die unorganische Erde ist nicht einmal an die Existenz der Sonne geknüpft. Ob die Sonne

scheint, oder nicht, ob es warm oder kalt ist, dieß hat auf das Wesen der unorganischen Materie keinen Einfluß; höchstens daß die Form sich ändert, daß das Wasser in der Kälte erstarrt, und daß die Veränderungen, welche die Materie durch die Luft erleidet, in der Wärme schneller, als in der Kälte von statten gehen.

Die organische Natur ist aber an die Existenz der Sonne geknüpft; denn ohne Licht und Wärme giebt es kein organisches Leben. Der Untergang der Sonne für alle Zeit wäre das Signal des untergehenden organischen Reiches. Würde aber in diesem Falle die organische Materie von der Erde verschwinden? — Es würde nur geschehen, was täglich geschieht, wenn organische Körper untergehen: durch Fäulniß werden ihre Elemente in unorganischen Verbindungen dem unorganischen Reiche zugeführt.

So lange daher die Sonne am Firmamente steht, wird das organische Reich auf Erden nicht untergehen. Es könnten ganze Geschlechter aussterben, wie schon mehrere, die großen urweltlichen Riesenthiere, ausgestorben sind. Es könnte sogar der Mensch aussterben, wenn es nicht im Plane des Schöpfers liegen sollte, ihm auf Erden eine immer währende Existenz zu verleihen. Es könnten intelligentere Wesen an seine Stelle treten. Die Bedingungen zur Existenz organischer Wesen werden aber so lange vorhanden bleiben, als die Erde ihre Bahn um die Sonne beschreibt.

Könnte das organische Reich durch Feuer oder

durch Wasser oder durch irgend eine Ursache bis auf eine einzige Pflanze und ein einziges Thierpaar zerstört werden: so würden diese organischen Ueberreste der Anfang einer neuen organischen Schöpfung sein. Würde selbst alles Organische zerstört, so würde unsere Erde doch nur auf den Standpunct kommen, welchen sie schon durchlaufen hat; denn wie auch die Ansichten von der Entstehung der Erde sein mögen: eine lange Epoche gab es, wo nichts Organisches auf Erden war. Ein neues Werde müßte freilich dann ein neues organisches Reich hervorrufen, wie dieses Machtwort das gegenwärtige hervorgerufen hat.

Ich meine, es ist ein erhebender Gedanke, daß die Materie, ja daß die ganze Erde nichts in sich trägt, was zur absoluten Zerstörung, zur Zerstörung für immer führen kann. Sollte das, was die Materie belebt, sollte die höchste Intelligenz auf Erden, der menschliche Geist einer Zerstörung fähig sein? — Doch lassen Sie uns nicht in ein Gebiet überstreifen, das schon längst auf eine für uns völlig beruhigende Weise durch die Offenbarung erhellet ist.

Ich hoffe, meine mit so viel Zuversicht ausgesprochene, auf das Wesen der Materie gegründete Ueberzeugung von ihrer ewigen Dauer wird Ihnen die Mittel zur Beurtheilung der, hier und da aufgetauchten Ansichten von der einstigen Zerstörung unserer schönen Erde an die Hand geben.

Ein trefflicher Schriftsteller, der verstorbene Gehler, Verfasser des classischen physikalischen Wörterbuchs,

sagt: „der Aberglaube, der sonst die Kometen zu schrecklichen Vorboten des Unglücks machte, ist nicht mehr herrschend; dagegen hat die neuere Theorie Anlaß gegeben, zu befürchten, daß ein Komet der Erde durch seine Annäherung schaden, sie aus ihrer Laufbahn verdrängen, ihr den Mond rauben, oder ihre Gewässer zu erstaunlichen Höhen erheben könnte." Heyn erklärte (im Jahr 1742) den Untergang der Erde dadurch, daß ein Komet sie in Gegenden treiben werde, wo sie nicht mehr bewohnbar sei. Ein Komet, so groß als unsere Erde und nur 13290 Meilen von ihr entfernt, könnte das Meer 6000 Ellen hoch erheben. De la Lande berechnete (im Jahr 1773) diese Wirkungen und zeigte, daß einige unter den berechneten Kometen ihre Knoten ziemlich nahe an der Erdbahn haben. Diese Schrift verbreitete in Paris eine allgemeine Furcht vor den Kometen. Aus den von Prosperin berechneten geringsten Entfernungen ergab sich aber, daß es nur acht bekannte Kometen giebt, welche sich der Erde mehr, als $\frac{1}{10}$ ihres Abstandes von der Sonne, d. i. um mehr, als 400 Erddurchmesser nähern können. Der von 1680 z. B. kann ihr höchstens bis auf 60, der von 1770 auf 96 Erddurchmesser nahe kommen. De Sejour berechnet, daß der letztere am 1. Juli 1770 von der Erde wirklich nur um 750000 Lieus abgestanden habe, und ihr näher, als irgend ein anderer gekommen sei. Dennoch hat dieser Komet keine uns bekannte Aenderung verursacht, und diejenigen, deren Schweife das fürchterlichste Ansehen hatten, waren der Sonne sehr nahe, also

entfernt genug von der Erde. Auch Euler hat durch genauere Berechnung dargethan, daß die Knoten dieser acht Kometen noch viel zu entfernt sind, um Zerrüttungen auf der Erde zu veranlassen, wobei er auch des de la Lande Angabe über die Höhe der dadurch erregten Wasserfluthen sehr mäßigte. In Erinnerung bringe ich, daß unter Knoten die beiden Puncte verstanden werden, in welchen die Bahnen der Himmelskörper die Ekliptik, die jährliche Bahn der Erde um die Sonne, schneiden.

Man begegnet aber auch Meinungen und Befürchtungen, daß die Erde durch sich selbst untergehen werde. Ich führe unter andern eine vom Freiherrn von Gleichen, genannt Rußworm, der durch seine Beobachtungen der Infusionsthierchen bekannt ist, im Jahr 1782 ausgeklügelte Befürchtung an, und bin überzeugt, daß diese Mittheilung bei Ihnen jede Befürchtung von dem Untergange unserer Erde auf diesem Wege verscheuchen werde. Er glaubt, die Erde sei anfangs bloß eine Wasserkugel gewesen, welche zuerst Fische hervorgebracht habe, aus deren Verfaulung Erde entstanden sei, die sich abgesetzt und den festen Körper zu bilden angefangen habe. Die Gährung habe darauf Hitze, Aufblähungen und Erhöhungen veranlaßt, die Bewegung des Wassers habe den Schlamm zu Schalen geformt, woraus der Kalk bereitet worden sei. Endlich sei die Erde über das Wasser hervorgetreten und dem Sonnenlichte ausgesetzt worden. Das Wasser nehme immerfort ab, die Wärme aber zu,

und so werde endlich die ganze Erdkugel im Feuer zerschmelzen.

Während der Freiherr von Gleichen die Erde durch Feuer untergehen läßt, soll sie nach Graf Büffon durch Kälte unbewohnbar werden. Sie werden übrigens sehen, daß diese Ansicht allerdings eine wissenschaftliche, jedoch keine beunruhigende Seite habe.

Nach Büffon's Ansicht war die Erde ursprünglich eine geschmolzene und glühende Masse und erhärtete und erkaltete nach und nach. Nach seinen Berechnungen hat das Glühen 3000, und die Hitze, bei welcher man die Erdkugel noch nicht hat berühren können, 34000 Jahre gedauert. Die Erkaltung nimmt aber immer mehr zu und nach 93000 Jahren wird die lebende Natur wegen der Kälte nicht mehr bestehen können. Dieß sind die Hauptzüge eines Systems, welches sein Urheber mit hinreißender Beredsamkeit vorgetragen hat, und auf das die neuere Geologie, mit einigen Modificationen, wieder zurückgekommen ist.

Lassen Sie uns die wissenschaftliche Seite von Büffon's System aufsuchen.

Sie wissen, daß je höher wir auf die Berge steigen, desto kälter es wird. Dieselbe Wahrnehmung machen wir, wenn wir mittelst eines Luftballons in unsere Atmosphäre uns erheben. Es wird also nicht wärmer, wenn wir uns der Urquelle aller Wärme auf der Erdoberfläche, der Sonne nähern, sondern kälter. Die Höhe unserer höchsten Berge verschwindet gegen die ungeheure

Entfernung der Sonne; auf ihnen sind wir ihr nur um einen Gedanken näher.

Die Sonnenstrahlen entwickeln nur Wärme, wenn sie in ihrer Verbreitung mit außerordentlicher Geschwindigkeit von festen Körpern aufgefangen werden. Daher erfolgt diese Wärmeentwicklung erst auf der Erdoberfläche und die Wärme, welche wir in den höheren Luftregionen noch empfinden, gelangt dahin bloß durch die aufsteigenden warmen Luftströme. Von dieser Wärme gelangt aber nichts jenseits des Luftmeers, welches unsere Erde umgiebt. Deßhalb ist der leere Weltenraum sehr kalt. Sie begreifen, daß der größte Kältegrad, welcher je auf Erden beobachtet worden, niedriger sein könne, als der, welcher im Weltenraume herrscht; denn da die Erde auf ihrem Laufe um die Sonne beständig fort in andere Regionen kommt, so können die kältesten Erdstriche nicht kälter, als der Weltenraum sein. Nun hat Capitain Back in den Polargegenden, in 63° nördlicher Breite, an einem Weingeistthermometer eine Kälte von 46° unter Null beobachtet. Die Temperatur des Weltenraums muß also wenigstens 46° unter Null sein: ich sage wenigstens; denn noch näher nach dem Nordpole hin nimmt ohne Zweifel die Kälte noch mehr zu; dem Menschen ist es aber nicht gestattet, bis dahin vorzudringen.

Nehmen wir für einen Augenblick an, die Erde sei, als sie aus der Hand des Schöpfers hervorging, ebenso kalt wie der Weltenraum gewesen: so mußte sie sich nach und nach durch die Sonne erwärmen. Diese

Erwärmung mußte von der Oberfläche ausgehen, und nach und nach bis zum Innern fortschreiten. Die Erde ist aber eine große Kugel. Ein langer Zeitraum mußte daher verfließen, ehe diese Erwärmung bis zu ihrem Mittelpunkte fortschritt. Durch einfache Rechnungen läßt sich zeigen, daß Millionen von Jahren dazu erforderlich gewesen sein würden. Wäre der Zeitpunct jetzt eingetreten, wo diese Erwärmung bis zu ihrem Mittelpuncte fortgeschritten wäre: so würden wir, wenn wir in das Innere der Erde drängen, sie dort eben so warm, wie an der Oberfläche finden; nirgends aber wärmer, wie an der Oberfläche. Was finden wir aber wirklich, wenn wir in die Bergwerke hinabsteigen? Die Temperatur nimmt zu und um so mehr, je tiefer wir hinabsteigen. In den tiefen Gruben auf dem Harze und in Cornwall leben die Bergleute in derselben Temperatur, wie die Bewohner der heißen Zone.

Diese einfache Thatsache lehrt uns, daß die Erde in der Schöpfungs-Periode nicht so kalt, wie der Weltenraum gewesen sein könne.

Nehmen wir den entgegengesetzten Fall an: die Erde sei zur Zeit ihrer Erschaffung wärmer als der Weltenraum gewesen. Was mußte dann geschehen? Die Erde mußte ebenso erkalten, wie irgend ein lebloser Körper erkaltet, der längere Zeit in einem warmen Zimmer gelegen hatte, und in die Frostkälte gebracht wird. Ebenso wie dieser Körper auf seiner Oberfläche zuerst erkaltet, und die Erkaltung nach und nach bis in das Innere fortschreitet, würde die Erde im kalten Welten-

raume zuerst auf ihrer Oberfläche erkaltet, und diese Erkaltung würde nach und nach bis in das Innere fortgeschritten sein. Durch einfache Rechnungen läßt sich zeigen, daß ebenso lange Zeiträume, Millionen von Jahren, erforderlich gewesen sein würden, ehe diese Erkaltung bis in das Innere gedrungen wäre.

Was würde sich aber zeigen in jeder Periode vor dieser gänzlichen Erkaltung? Ueberall, wo wir in die Erde drängen, würden wir eine Zunahme der Wärme wahrnehmen, in ihrem Innern würden wir noch den Rest ihrer ursprünglichen Wärme antreffen. Und so finden wir es, wie vorhin bemerkt worden, in der That. Was folgt hieraus? Die Erde muß in der Schöpfungs-Periode wärmer als der Weltenraum gewesen sein. Dieß ist also keine bloße Vermuthung, keine unbegründete Hypothese, es ist eine Thatsache, eine Wahrheit, wie das Dasein des Menschen eine Wahrheit ist.

Fragen wir ferner, wie warm mag die Erde in der Schöpfungs-Periode gewesen sein: so ist die Antwort wieder sehr einfach und leicht. Sie muß so warm auf ihrer Oberfläche gewesen sein, wie sie jetzt noch in ihrem Innern ist. Sie wissen, daß an vielen Orten unserer Erde, wie in Carlsbad, Aachen, Ems, Wiesbaden u. s. w., warme Wasser aus dem Innern aufsteigen: warme Wasser, die hier und da, wie z. B. in Island, die Siedhitze erreichen. Siedendes Wasser kann aber nur aus Tiefen kommen, wo Siedhitze herrscht. Noch mehr, Sie waren Eine von den Glücklichen, welche, während ihres Aufenthalts in Nea-

pel, aus dem Vesuv glühend heiße, geschmolzene Massen aufsteigen sahen, die in Strömen am Abhange dieses Vulkans herabflossen. Wir schließen, daß da, wo solche geschmolzene Massen aufsteigen, ebenso Glühehitze herrschen muß, wie in einem Eisenhohofen, aus dem feurigflüssiges Eisen ausfließt. In einer gewissen Tiefe unserer Erde muß also wenigstens ebenso große Hitze vorhanden sein, als diejenige ist, welche in unsern Schmelzöfen herrscht. Eine solche Glühehitze, welche die Erde jetzt noch in ihrem Innern bewahrt, muß demnach in der Schöpfungs-Periode auch auf ihrer Oberfläche geherrscht haben. Und so sind wir denn durch einfache Schlüsse dahin gekommen, daß die Erde, als sie aus der Hand der Allmacht hervorging, eine feurigflüssige Kugel gewesen sein müsse. Nichts giebt es, welches damit in Widerspruch stände. Es ist ein Schluß von jetzigen Zuständen auf frühere, der einen so hohen Grad von Wahrscheinlichkeit hat, als solche Schlüsse überhaupt haben können.

Kann es uns denn auch befremden, daß einstens unsere Erde eine feurige Kugel war? — Haben wir nicht täglich vor unsern Augen eine ebenso feurige, aber bei weitem größere Kugel? Ich brauche diese Kugel nicht zu nennen, sie ist es, die unsere Erde und alle Planeten erleuchtet und erwärmt, sie ist es, von welcher alles Leben ausgeht, und die von mehreren Völkern, welche noch nicht durch das Licht der Offenbarung erleuchtet worden, als ihre Gottheit angebetet wird.

Schon oft habe ich in früheren Briefen, bei geo-

logischen Processen von Millionen Jahren gesprochen. So eben sind wir auf solche Zeiträume in Beziehung auf die Erkaltung unserer Erde geführt worden. Sie werden fragen, wie man wohl im Stande ist, die Erkaltung bis auf die heutige Zeit zu berechnen, wenn dieselbe in der Schöpfungsperiode eine feuerflüssige Kugel gewesen war. Die Antwort ist nicht schwierig. Vor zehn Jahren habe ich auf einer Eisenhütte aus Basalt Kugeln von 2 Fuß Durchmesser gießen lassen. Von Stunde zu Stunde beobachtete ich und mein Gehülfe mittelst Thermometer die Abnahme der Temperatur dieser Kugeln. Erst in 6½ Tagen waren sie ganz erkaltet. Da nun unsere Erde 7500 Trillionen Mal so groß ist, wie meine Basaltkugeln waren, so war es eine leichte Rechnung, zu finden, daß unsere Erde 353 Millionen Jahre zu ihrer Erkaltung gebrauchen würde. Diese Zahl ist aber noch viel zu klein; denn bei der Rechnung wurde vorausgesetzt, daß unsere Erde während dieses Zeitraums keine Wärme von der Sonne empfangen würde. Da dieß nicht der Fall ist, da in der Jetztzeit unsere Erde ebenso viel Wärme an den Weltenraum abgiebt, als sie von der Sonne wieder erhält, so wird sie, so lange die Sonne am Himmel steht, nicht mehr weiter erkalten.

Sie sehen, die Befürchtung Büffon's, die Erde würde in 93000 Jahren so weit erkalten, daß die organische Natur auf ihr nicht mehr existiren könnte, ist eine unbegründete.

Sie werden fragen: verliert denn von jetzt an unsere Erde von ihrer innern Wärme gar nichts mehr?

— Sollte jemals eine Zeit eintreten, in der die Erde weniger Wärme von der Sonne empfinge, als sie an den Weltenraum abgiebt: so müßte sie allerdings von ihrer innern Wärme, von ihrer Centralwärme, wie man sie nennt, verlieren. Ist aber mit der mindesten Wahrscheinlichkeit zu erwarten, daß sie, so lange sie in ihrer Bahn, und so lange, als die Sonne am Firmamente in ihrer ungeschwächten erwärmenden Kraft bleibt, weniger Wärme empfangen werde, als sie abgiebt? —

Doch damit haben wir die Sache noch nicht erschöpft. Wir kennen fünf Ursachen, wodurch dem Innern der Erde Wärme entzogen wird. Erlauben Sie mir, daß ich etwas ins Einzelne eingehe; vielleicht daß Gegenstände berührt werden, welche nicht ohne Interesse für Sie sind.

Die Wärme, welche die vorhin genannten warmen Quellen, wie die unzähligen, welche in bekannten, wie unbekannten Ländern zu Tage kommen, mit sich führen, kommt auf die Oberfläche. In den Abflußcanälen geben diese warmen Wasser ihre Wärme theils an die Luft, theils an den Boden ab: sie geht für das Innere unserer Erde für immer verloren. Glauben Sie aber nicht, daß es bloß die eigentlich so genannten warmen Quellen sind, welche dem Innern unserer Erde Wärme entziehen. Es ist mit vieler Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die größere Zahl aller Quellen auf Erden Thermen, d. h. solche sind, welche einen Theil ihrer Wärme den Gebirgsgesteinen entziehen, in welchen sie Ursprung nehmen und durch welche sie fließen.

Bei einer andern Gelegenheit werde ich Sie mit den physikalischen Verhältnissen der Gletscher, die bei Ihrem Besuche der Schweiz Ihre Bewunderung erregt haben, vertraut machen. Hier nur folgendes. Sie haben Gletscher gesehen und zum Theil bestiegen, welche sich tief in die Thäler, in Regionen herabziehen, wo, wie die Vegetation zeigt, kein sehr rauhes Klima herrscht. Ich erinnere Sie an die beiden Gletscher bei Grindelwald im Berner Oberlande. Sie haben aber auch andere von zugänglichen Höhen herab erblickt, wie den Aargletscher, den Lauteraargletscher, den großen Aletschgletscher, den großen Lammerngletscher auf der Gemmi u.s.w., welche in Hochthälern, in sehr rauhen Gegenden liegen, wo die Vegetation entweder ganz erstorben ist, oder doch nur kümmerliche Spuren davon sich zeigen. Sie haben die mehr oder weniger bedeutenden Gletscherströme, deren schönes dunkelblaues, klares Wasser Ihre Aufmerksamkeit mächtig angezogen hat, gesehen. Sie haben Sich Selbst die Frage über den Ursprung dieser Ströme beantwortet; denn in der Sommerzeit, als Sie auf einigen dieser Gletscher waren, konnte Ihnen das Abschmelzen des Gletschereises auf seiner obern Fläche nicht entgehen.

Untersuchungen mehrerer in den Alpen heimischer und fremder Naturforscher haben aber dargethan, daß die Gletscher in den tiefer gelegenen Thälern auch auf ihrer untern Fläche auf Kosten der Erdwärme abschmelzen. Dieß ist bei allen der Fall, die an Orten

liegen, deren mittlere Boden-Temperatur über Null ist. Die zu diesem Abschmelzen erforderliche Wärme wird dem Innern unserer Erde entzogen; denn es ist zu vergleichen mit einer Eismasse, die wir in einem Gefäße auf einen warmen Ofen stellen. In dem Verhältnisse, als die Wärme des Ofens an den Berührungspuncten zu diesem Schmelzen verbraucht ist, wird sie aus der Ferne nachströmen.

In See'n und im Meere finden Strömungen statt. Die zur kalten Jahreszeit an der Oberfläche erkalteten Wassertheilchen sinken zu Boden, weil sie durch die Erkältung schwerer werden; dagegen steigen aus der Tiefe die auf dem Grunde der See'n und des Meeres erwärmten Wassertheilchen in die Höhe. Dem Grunde wird dadurch Wärme entzogen; ein Nachströmen aus dem Innern der Erde ist eine Folge davon. Die mit den aufsteigenden Wasserströmen auf die Oberfläche gekommene Wärme wird zum Theil zur Verdunstung des Wassers verwendet und geht für das Innere unserer Erde für immer verloren.

Die hohen Hitzgrade, welche die in den Vulkanen aufsteigende Lava zu Tage bringt, wird gleichfalls dem Innern für alle Zeiten entzogen.

Endlich bitte ich noch einer Erscheinung Ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden, wodurch dem Innern gleichfalls Wärme entzogen wird: nämlich den Gasentwicklungen aus dem Innern, vorzüglich den Kohlensäuregas-Entwicklungen.

Die Menge aller dieser Wärme, welche das In-

nere unserer Erde durch die angeführten fünf Ursachen verliert, ist gewiß sehr bedeutend, sie läßt sich aber nicht in Rechnung nehmen. Die Thermen sind unzählbar und liefern äußerst beträchtliche Quantitäten mehr oder weniger warmen, selbst heißen Wassers. Die Gletscher, wenn auch nur eine Erscheinung der Hochgebirge (die im hohen Norden bis an die Meeresfläche sich herabziehenden Gletscher können, da die mittlere Boden-Temperatur bei ihnen unter Null fällt, hier nicht in Betracht kommen) bedecken bedeutende Strecken Landes. Nach Ebel nehmen sie in den Alpen, vom Montblanc bis an die Grenze von Tyrol, einen Flächenraum von wenigstens 50 deutschen Quadratmeilen ein. Die See'n und die Meere entziehen dem Erdinnern gewiß ungemein viel Wärme, da sie ungefähr $\frac{3}{4}$ der Erdoberfläche bedecken. Aus der Tiefe der See'n und der Meere kommt nur Wärme von unten nach oben, wegen des schlechten Wärmeleitungsvermögens des Wassers aber nie umgekehrt von oben nach unten. Der Wärmeverlust, den das Innere unserer Erde durch die vulkanischen Wirkungen erleidet, ist zu auffallend, als daß er einer weitern Erörterung bedarf. Die Gasentwickelungen aus dem Innern sind ein großartiges Phänomen, wodurch gleichfalls viele Wärme entzogen wird; denn ich bitte nicht zu vergessen, daß ein jeder fester oder flüssiger Körper, welcher in den luftförmigen Zustand übergeht, dazu viele Wärme fordert. Der Ursprung der Kohlensäure-Entwicklungen mag aber dieser oder jener sein: jeden Falls ist dieses

Gas nicht als solches im Innern vorhanden, sondern wird aus irgend einem festen oder flüssigen Körper ausgeschieden.

Was ist aber alle diese Wärme gegen die ungeheure Menge der Centralwärme, wenn wir mit Wahrscheinlichkeit annehmen können, daß 5 bis 7 Meilen unter unsern Füßen schon Glühehitze herrscht? — Diese Wärmemenge ist nicht zu schätzen. Indeß im Sprüchworte heißt es: man könne einen Brunnen ausschöpfen. Würde sich, wenn eine Berechnung möglich, eine schwindelnde Größe für die Anzahl der Jahre ergeben, die erforderlich wäre, durch jene fünf Ursachen endlich alle Centralwärme in den Weltenraum überzuführen: so würde nach menschlichen Gedanken doch einmal dieser Zeitpunct eintreten.

Denken Sie Sich nun wirklich, daß einstens alle Centralwärme aus dem Innern verschwunden wäre: so würde dieß doch auf die Oberflächen-Temperatur, je nach den verschiedenen Klimaten wenig oder gar keinen Einfluß haben; denn nach allen Forschungen leben wir schon in der Zeitperiode, wo der Wärmeverlust, den die Oberfläche unserer Erde nach außen erleidet, durch die Sonnenwärme wieder ersetzt wird. Wenn also jemals jener Zeitpunct eintreten könnte, was würde sich ändern? — Wir hätten dann keine Thermen mehr, die Gletscher würden nicht mehr auf ihrer untern Fläche abschmelzen, es würden keine aufsteigenden Wasserströme in den See'n und im Meere mehr stattfinden, das Wasser in der Tiefe würde noch mehr erkalten, keine vul-

kanischen Erscheinungen, keine Gasentwicklungen würden mehr stattfinden u. s. w. Allerdings würden dieß zum Theil wesentliche Störungen im Haushalte der Natur sein; aber sie würden doch nicht den Untergang alles organischen Lebens geradezu herbeiführen.

Doch erlauben Sie mir nur noch eben eine Frage aufzuwerfen; denn sie zu beantworten, liegt nicht in der Macht des Menschen. Was ist Wärme? — Der Chemiker ist geneigt, sie für eine unendlich feine Materie zu halten, die keine Schwerkraft besitzt. Der Physiker wird, nach neuern Entdeckungen, mehr zu einer andern Ansicht von dem Wesen der Wärme geführt. Wie wenig wir davon wissen, wie unsere Vorstellungen, wir mögen sie da oder dorthin richten, stets ein dunkles Gebiet treffen, dieß zeigt eine alltägliche Erscheinung.

Durch das uralte und noch übliche Verfahren, durch Schlagen des Stahls am Feuersteine Wärme zu entwickeln, um leicht brennbare Körper zu entzünden, kann eine ungeheure Menge Wärme entwickelt werden, ehe Stahl und Stein verschlissen sind. Und wäre es ausführbar, die abgeschlagenen Stahltheilchen wieder zu einem Ganzen zu vereinigen: so würde man mit demselben Stahle bis in alle Ewigkeit Feuer schlagen können. Der Stahl nimmt aber nicht etwa aus der Luft die verlorne Wärme wieder auf; wir könnten ihn nach jedem Feuerschlagen tief in Eis vergraben, und er würde so erkältet doch seine Dienste thun.

Können wir uns eine unerschöpfliche Wärme-Quelle

in einem, einige Loth schweren Stahl denken: so meine ich, daß es am Ende zu den leeren Grübeleien gehören möchte, die Frage weiter zu verfolgen, ob jemals die innere Centralwärme verbraucht werden könne. Wenigstens wird der Feuerstahl die Besorgniß um unsere spätesten Nachkommen verscheuchen, daß die Erde durch einstigen Verlust ihrer Centralwärme unbewohnbar werden könne.

Zwanzigster Brief.

Im sechzehnten Briefe (S. 366) habe ich, wie Sie Sich erinnern werden, die Wärme als die Urkraft in der Pflanzenwelt bezeichnet. Sie ist es wenigstens, welche in ihr die übrigen Kräfte in's Leben ruft. Mit den ersten warmen Frühlingstagen tritt der Saft in die Pflanzen: die Weinstöcke thränen. Das Auf- und Absteigen der Säfte, dieser wichtige Act ihres Wachsthums, ist eine Wirkung der Wärme.

Licht und Wärme haben auch auf das Bestreben der Wurzeln der Pflanzen, in die Erde zu dringen, Einfluß. Die Kraft, womit dieß geschieht, hat man zu bestimmen gesucht. Man hat eine Vorrichtung getroffen, eine Schicht Quecksilber über Wasser zu erhalten, durch welche die Wurzeln der darüber keimenden Pflanzen dringen mußten, und auf diese Weise jene Kraft gemessen. Sie ist bei den verschiedenen Pflanzen verschieden. Die Wurzeln einiger Pflanzen kriechen bloß auf dem Quecksilber hin, ohne in dasselbe einzudringen, die anderer dringen einige Linien bis zu 9 Lin. tief ein. Das Vermögen, mehr oder weniger tief einzudringen, und die Zeit, welche dazu

erforderlich ist, sind sehr verschieden. Befinden sich die Pflanzen in der Dunkelheit, so ist mehr als doppelt so viel Zeit erforderlich, als wenn sie dem Lichte ausgesetzt sind. Die Wärme hat einen ähnlichen Einfluß. Die Wurzeln von Kohl, welche im Winter 25 Tage Zeit brauchten, um bis zu einer gewissen Tiefe in das Quecksilber zu dringen, hatten dazu im Sommer nur 10 bis 12 Tage nöthig. Trifft man eine Vorrichtung, daß mehrere Schichten Wasser und Quecksilber mit einander abwechseln: so dringen die Wurzeln auch durch jede folgende Schicht Quecksilber in derselben Zeit, wie durch jede frühere, wenn die Vegetation in gleicher Stärke fortdauert.

Die Wurzeln besitzen noch andere Kräfte: nämlich das Licht zu fliehen und gute Erde zu suchen.

Welche Kraft die Wurzeln der Bäume besitzen, dieß haben Sie gewiß schon oft wahrgenommen. Als dünne Fasern dringen sie in Fugen von Mauern ein, werden darin nach und nach zu dicken Wurzeln, und sprengen endlich das Gestein auseinander. Welche mechanische Kraft, etwa durch Keile, müßte man anwenden, um dieselbe Wirkung hervorzubringen? Die Säfte, welche in den Wurzelfasern circuliren, darin die Bestandtheile des Holzes absetzen und so ihren Umfang vermehren, sind es, welche diese ungeheure Kraft entwickeln.

Die Kraft der Wurzeln hat im Haushalte der Natur eine wichtige Bedeutung. Sie ist es vorzugsweise, welche nackte Felsen nach und nach in fruchtbare

Erde umwandelt. Die Wurzelfäserchen, welche auf dem dünnen erdigen Ueberzuge, der durch Verwitterung des Gesteins entstanden ist, die Vegetation einleiten, dringen in die engsten Spalten und Ritzen ein, vergrößern sich darin, und treiben es wie ein Keil aus einander. Wasser sickert in diese erweiterten Spalten, gefriert im Winter, dehnt sich dadurch aus und vollendet die Wirkung der Wurzelfasern. Stücke des Gesteins springen ab, seine inneren Flächen kommen mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung, die Verwitterung schreitet fort, und fruchtbare Erde nimmt immer mehr überhand. So bedecken sich nach und nach ganze Gebirge mit fußtiefer Dammerde, ohne daß der Mensch mit seiner Kraft auch nur im mindesten mitwirkt: eine üppige Vegetation tritt ein. Die Gewässer führen die fruchtbare Erde den Thälern und Ebenen zu, und befördern auch hier das Pflanzenwachsthum. Neue Stellen des Gesteins kommen auf die Oberfläche und durch die vereinte Wirkung der Wurzeln und des frierenden Wassers wird auch dieses zu fruchtbarer Erde.

Diese Wirkungen der Wurzeln habe ich in einem Basaltsteinbruche auf eine ausgezeichnete Weise wahrgenommen. Durch die Steinbruchs-Arbeiten stürzten Bäume und Gebüsche, welche auf dem Gipfel des Basaltberges wuchsen, herab. Als man ihre Wurzeln zerspaltete, fand man darin Bruchstücke von Basaltsäulen wie eingewachsen und manche ringsumher vom Holze umschlossen. Die Wurzelfasern waren zwischen die engen Querklüfte, welche sich in Basaltsäulen hier und

da finden, eingedrungen, und haben nach allmäligem Dickerwerden die Säulen so auseinander getrieben, daß sie wie gegliedert erschienen, und die Bruchstücke, je nach der Dicke der Wurzeln, mehrere Zoll aus einander standen.

Nichts anderes, als die Wärme ist es, welche diese Wirkungen hervorbringt. Durch Wärme wachsen die Pflanzen und durch Verlust von Wärme kommt das Wasser zum Frieren. Es ist eine weise Einrichtung, daß durch den Wechsel der Wärme, durch Zu- wie durch Abnahme derselben solche für die organische Natur so wichtige Wirkungen hervorgebracht werden.

Wenden wir uns zu den Kräften, die im Thierleben wirksam sind, so ist es wiederum die Wärme, von der alles Leben abhängt und die auch in dem Thiere, wie in der Pflanze, andere Kräfte hervorruft.

Die Säugethiere und Vögel haben einen gewissen Grad von Wärme (Temperatur), der unabhängig von dem Wärmegrade der Luft ist, in welchem sie leben. Nur so lange, als sie diesen Wärmegrad, diese thierische Wärme, besitzen, können sie leben. Mit dem völligen Verluste der Wärme hört das Leben auf. Die verschiedenen Thiergeschlechter haben einen ungleichen inneren Wärmegrad: die Vögel haben im Allgemeinen einen höheren, als die Säugethiere. Der innere Wärmegrad eines gesunden Menschen schwankt zwischen $29\frac{2}{10}$ und $29\frac{6}{10}$ Grad Reaum., der der Tauben steigt bis zu $34\frac{8}{10}$ Grad.

Die Menschen und Thiere, welche in der gemä-

ßigten und in der kalten Zone leben, wo die äußere Temperatur niedriger, als ihre innere ist, verlieren beständig von dieser inneren Wärme. Es muß daher ein beständiger Ersatz für diesen Verlust stattfinden, wenn das Leben fortdauren soll. Wie unabhängig diese thierische Wärme von der äußern Lufttemperatur ist, ersehen Sie daraus, daß das Blut des Südländers nicht wärmer ist, als das des Polarländers, daß unser Blut im heißen Sommer, wo manchmal die Temperatur der Luft unsere Blutwärme erreicht, nicht wärmer als im Winter ist, wo die Luft nicht selten 40 Grade und noch kälter als unser Blut ist.

Wie nothwendig die innere Wärme für das Leben ist, brauche ich nicht zu erwähnen. Sie wissen, daß dem Menschen nichts mehr schadet, als Erkältungen: die Hauptursache der meisten Krankheiten. Durch Erkältung wird unsere Hautausdünstung gestört, welche wesentlich zur Erhaltung unserer Gesundheit ist, weil dadurch dem Körper nachtheilige Stoffe ausgestoßen werden. Schnupfen, Catarrh, Zahnweh und andere rheumatische Schmerzen zeigen sich als Folge der Erkältung und der dadurch unterdrückten Hautausdünstung, und werden diese Unpäßlichkeiten vernachlässigt, so reihen sich schwere Krankheiten, welche den Tod herbeiführen können, an. Unmittelbar kann eine Erkältung den Tod veranlassen, wie das Erfrieren der Menschen und Thiere bei hohen Kältegraden zeigt.

Da das Leben der Menschen und Thiere so sehr an einen gewissen Wärmegrad geknüpft ist: so leuchtet

Ihnen ein, wie die meisten Functionen im thierischen Körper, eine Wirkung dieses Wärmegrades sein müssen. Die Wärme ist also eben so die Urkraft des thierischen, wie des pflanzlichen Lebens. So wie bei beginnender Frühlingswärme das Auf- und Absteigen der Pflanzensäfte eintritt, und so lange anhält, als die Sommerwärme dauert: so ist die thierische Wärme gleichfalls die Ursache der Circulation der Säfte und insbesondere des wichtigsten unter ihnen, des Blutes. Nur vermöge der Wärme können die Flüssigkeiten des thierischen Körpers im flüssigen Zustande erhalten werden. Verlieren sie durch mangelnde Wärme, oder auch durch andere Ursachen nur im mindesten den gehörigen Grad von Flüssigkeit: so treten sogleich Stockungen ein, und kann die Lebenskraft diese Stockungen nicht beseitigen, so ist der Tod eine unvermeidliche Folge davon. Erkalten einzelne Theile des menschlichen Körpers, wie z. B. die Füße, so treten in ihnen Störungen im Blutumlaufe ein. Das Blut strömt dann in unverhältnißmäßigem Grade nach anderen Theilen des Körpers, namentlich nach dem Kopfe, und Congestionen oder Blutanhäufungen treten daselbst ein. Daher sucht der Arzt das gestörte Gleichgewicht in den erkälteten Theilen auf künstlichem Wege, durch warme Fußbäder, durch Reiben u. s. w. wieder herzustellen.

Die Pflanzen erhalten die Wärme vorzugsweise von außen; denn eine innere eigenthümliche Wärme, welche ganz unabhängig von der äußeren, wie bei den Thieren ist, besitzen sie in der Regel nicht. Daher

kann der Lebensproceß in den Pflanzen auch nur zur warmen Jahreszeit von Statten gehen, und während des Winters sind sie als abgestorben zu betrachten. Waren sie keiner allzu großen Winterkälte ausgesetzt, so ruhte bloß die Lebenskraft in ihnen; beim Eintritte des Frühlings erwacht sie wieder. Die Pflanzen haben mithin die Bestimmung, nur zur warmen Jahreszeit zu leben und zu wachsen, und die Existenz vieler unter ihnen, wie namentlich derjenigen, welche als Nahrungsmittel für Menschen und Thiere dienen, wie das Getreide, die Kartoffeln, die Gräser u. s. w., ist nur auf diese Jahreszeit beschränkt.

Die Thiere der höheren Ordnungen, und insbesondere das vollkommenste Geschöpf, der Mensch, haben die Bestimmung, im Winter, wie im Sommer, im heißesten, wie im kältesten Erdstriche zu leben. Sie können deßhalb die für ihr Leben nöthige Wärme nicht von außen erhalten; sie muß in ihnen selbst durch einen, von allen äußeren Wirkungen unabhängigen Proceß erzeugt werden. Hierin zeigt sich ein großer Unterschied zwischen Thieren und Pflanzen. So wie aber überall in der Natur Uebergänge stattfinden: so auch hier. Nur die vollkommneren Thiere haben die Bestimmung im Winter, wie im Sommer ihr Leben fortzusetzen; die unvollkommneren, die Insekten, leben großentheils nur zur Sommerzeit. Beim Eintritte des Winters sterben sie, und lassen bloß ihre Eier, ihre Larven zurück, damit beim Eintritte des nächsten Sommers das Geschlecht sich fortpflanze. Manche Insekten

und Larven von Weichthieren gefrieren indeß während des Winters durch und durch, und kommen im Frühlinge wieder in das Leben zurück. Wie sehr die Insekten von der äußern Wärme abhängig sind, zeigen unter andern unsere Stubenfliegen. Je wärmer der Sommer, desto mehr werden wir von ihnen belästigt. Tritt kaltes Wetter in der Sommerzeit ein, so verschwinden sie. Sie verkriechen sich in Höhlungen und Ritzen in unsern Zimmern, und suchen dort Schutz gegen die kalt gewordene Luft. Die ersten warmen Sonnenstrahlen rufen sie aber wieder hervor, und oft in wenigen Augenblicken erfüllen sich unsere Zimmer mit diesen ungebetenen, lästigen Gästen. Die Insekten nähern sich also in dieser Beziehung den Pflanzen. Sie sind bei weitem abhängiger von der äußern Wärme, wie die vollkommneren, die warmblütigen Thiere.

Sie erinnern sich übrigens aus meinem achtzehnten Briefe (S. 52), wie vielen oceanischen mikroskopischen Thieren die Fähigkeit verliehen worden, in Kältegraden auszuhalten, in denen alles übrige Leben erlöscht.

Für jeden Himmelsstrich schuf die Allmacht Landthiere, so organisirt, daß sie in der dort herrschenden Wärme leben können. Im hohen Norden finden wir Eisbären, Rennthiere u. s. w., in der heißen Zone Löwen, Tieger u. s. w.: der Natur von jenen entspricht es, im kalten, der Natur von diesen im heißen Erdstriche zu leben. Jene, wie diese können ihre Wohnorte nicht verändern, ohne unterzugehen oder wenig-

stens zu leiden. In den Menagerien muß Rücksicht auf das Klima genommen werden, in welchem die Thiere zu leben gewohnt sind: die Löwen, Tieger u. s. w. müssen gegen die Winterkälte, die Eisbären gegen die Sommerwärme geschützt werden. Den leichtbeweglichsten Thieren, den Vögeln, wies die Natur die ausgebreitesten Wohnorte an. Die Zugvögel, wie unsere Schwalben, welche unsere Winterkälte nicht vertragen können, verlassen uns im Herbste, um wärmere Himmelsstriche aufzusuchen.

Viele Thiere, welche die Winterkälte nicht aushalten, aber auch keine Wanderungen in wärmere Gegenden machen können, bringen den Winter in einer Art von Betäubung zu, während welcher fast alle Lebenserscheinungen aufgehoben sind. Die höchsten Grade einer solchen Betäubung findet man bei den Insekten, den Mollusken, den Schlangen und den eierlegenden vierfüßigen Thieren. Sie scheint mit der Größe der Kälte im Verhältniß zu stehen. Die Thierarten, welche die heiße Zone bewohnen, sind dieser Betäubung nicht unterworfen; sondern verfallen erst in dieselbe, wenn sie in kältere Länder versetzt werden. Während dieser Betäubung behalten sie fast nichts vom Thiere als die Gestalt; das Athmen scheint aufgehoben zu sein; sie bleiben ohne Nahrung, und ihr Körper verliert fast nichts an seinem Gewichte. Der Blutumlauf ist in diesen Thieren sehr langsam, ihre Athmungs-Organe sind wenig entwickelt, sie haben nur wenig Blut, und kaum übersteigt ihre Lebenswärme die Tem-

peratur der Luft. Daraus erklärt sich, wie das Athmen, das in ihnen immer sehr unregelmäßig ist, lange Zeit ganz unterbrochen sein, und der Magen ohne Nahrung bleiben kann, ohne daß sie dadurch zu leiden scheinen.

Ganz anders verhält es sich mit den Säugethieren, welche den Winterschlaf halten. Von diesen sind die einzigen, welche das ebene Land bewohnen, der Igel, die Fledermaus, die Waldmaus, die Eichelmaus, die Haselmaus und der Hamster. Das Murmelthier, welches unter allen den längsten Winterschlaf hält, ist nur Bewohner der höchsten und unzugänglichsten Berge in den Alpen. Es hält sich in Hochthälern und unter senkrechten Felsenwänden, meist an der Süd- oder Ostseite auf, wo der Boden oft bis Ende Mai mit Schnee bedeckt ist, und wo im Sommer die Alpenpflanzen wachsen, von denen es sich vorzüglich zu nähren scheint. Hier lebt es in Gesellschaft. Ende Septembers ziehen sich die Murmelthiere in ihre unterirdischen Wohnungen zurück, um den Winterschlaf zu halten, und verlassen sie erst Ende Aprils. Ihre Wohnungen bestehen aus einer engen, 6 bis 7 Fuß senkrecht herabgehenden, und dann 36—45 Fuß in wagrechter Richtung fortlaufenden Röhre, welche sich hinten in eine viel geräumigere Höhle erweitert. Den Eingang verschließen sie sorgfältig mit Thon, Sand, Gras und Steinen, sobald sie ihre Höhle bezogen haben. In ihr halten sie ihren Winterschlaf in Heu vergraben, das eine dicht am andern liegend, kugelförmig

zusammengerollt, und den Kopf mit den Hinterfüßen bedeckt. In diesem Zustande des Monate lang anhaltenden Schlafs ist ihr Körper steif und nicht wärmer, als die ihn umgebende Luft. Sie scheinen ganz ohne Leben zu sein, und wenn man sie vor Luft und Wärme verwahrt, so lassen sie sich fortbringen, ohne sich zu rühren. Sie sind dann so unempfindlich, daß man sie 4 Fuß tief fallen lassen, oder wie eine Kugel fortrollen kann, ohne daß sie völlig erwachen. Man hat zehn schlafende und erstarrte, in eine Kiste mit Heu, wie Mineralien eingepackte Murmelthiere von den Alpen versandt; sie waren 10 Tage lang unterwegs gewesen, lagen noch in ihrem Schlafe, und hatten nicht gelitten.

Wenn die Murmelthiere Ende Aprils oder Anfang Mai's ihr Höhle verlassen, ist es in der Regel sehr viel kälter, als bei ihrem Eintritte, und sie müssen sich durch den Schnee hervorgraben. Sie ziehen dann in den mittlern Theil der Berge herunter, um Nahrung zu suchen, und liegen die Alpenwiesen noch unter Schnee, so kommen sie vor Hunger um. Will man sie in ihrem Winterschlafe überraschen und ausgraben, so muß man die Berührung der frischen und kalten Luft von ihnen abhalten; denn sonst erwachen sie und graben sich mit solcher Geschwindigkeit tiefer ein, daß es schwer hält, sie zu fangen. Jung, im Juni und Juli gefangen, werden sie leicht zahm. In den Thälern am Mont-Cenis findet man sie bei den Bauern sehr häufig als ein Hausthier. Wenn sie in

diesem Zustande der Knechtschaft ihren Winterschlaf halten, dauert er nie lange, und sie erwachen oft, um Nahrung zu nehmen. Vor dem Einschlafen machen sie sich ein Nest aus Stroh, Lappen und was sie sonst vorfinden. Im October und November gefangene Murmelthiere kommen dagegen in den Winterschlaf, während die zahmen noch völlig munter bleiben. Um sie den ganzen Winter über darin zu erhalten, trägt man sie in die Keller, und legt sie in Kasten voll Heu, auf die man den Deckel aufnagelt.

Man legte ein schlafendes Murmelthier, das 5° Lebenswärme zeigte, auf einen thönernen Ofen, welcher eine Temperatur von 19° hatte. Binnen einer halben Stunde stieg die Lebenswärme auf 24°, und das Thier war vollkommen erwacht. Man brauchte es nur einige Stunden in der Kammer zu lassen, in der es eingeschlafen, und deren Temperatur 3° war, und man fand es wieder erstarrt. Dieß geschieht immer, wenn das Thier durch ein Reizmittel aus seiner Erstarrung erweckt wird, welches nicht fortdauernd wirkt.

Man durchschnitt die Adern eines schlafenden Murmelthiers, das eine Lebenswärme von 5° hatte, in einer Lufttemperatur von 3°. Sie gaben nur wenig Blut. Erst nach 33 Minuten war es völlig erwacht, und die gewöhnliche Lebenswärme in allen Gliedern wieder erschienen. Das Blut sprang dann aus der geöffneten Ader mit aller Gewalt; das Thier starb aber nach wenigen Augenblicken.

Der Winterschlaf, welchen die Igel halten, ist nicht

von sehr langer Dauer. In Wäldern sieht man sie nicht mehr, sobald die Temperatur auf 3° oder 2° fällt, und sie kommen erst mit den ersten schönen Frühlingstagen, und so oft die Wärme auf 12° bis $13\frac{1}{2}$° steigt, zum Vorschein. Sie laufen dann unter den Bäumen umher, und suchen nach Nahrung. Ihr Winterschlaf dauert also nicht ohne Unterbrechung. Auch tragen sie Vorrath in ihre Löcher, um ihn beim Wiedererwachen zu verzehren, und erneuern ihn mehrmals während der Winterzeit.

Die Fledermäuse wickeln sich während ihres Winterschlafs in ihre Flügel und in ihre Schwanzhaut ein: ihr Kopf ist auf die Brust gesenkt, und sie haben die Gestalt einer Kugel. Jeder Reiz, lebhafte Kälte und Luftzug bringen sie selbst aus dem tiefsten Winterschlafe zum Erwachen.

Auch der Bär und der Dachs sollen, wie man ziemlich allgemein glaubt, den Winterschlaf halten; es scheint aber nicht der Fall zu sein. In den Alpen steigt der Bär nie über die Region der Fichten hinauf. Sein Lager hat er gewöhnlich unter einem Felsen in den dichtesten Stellen der Wälder, oder in einem hohlen Baume, in welchem er mit bewunderungswürdiger Leichtigkeit auf- und absteigt. In den Alpen sind die Bären meist während des Januars nicht sichtbar. Alle Jäger halten diese Zeit für die ihres Winterschlafs. Schläft er indeß während derselben, so ist es wenigstens eine ganz andere Art von Schlaf, als der des Murmelthiers. Denn nähert man sich dem

Schlupfwinkel, in welchem man ihn in Betäubung glaubt, so verläßt er ihn sogleich und entflieht. Er läuft dann zwar sehr schlecht, was indeß von der Weichheit seiner Tatzen herrühren möchte, an denen er unaufhörlich gesogen hat. Die gefangenen Bären halten selbst während der größten Kälte keinen Winterschlaf.

Der Zustand der Winterschläfer hat die größte Aehnlichkeit mit dem der Pflanzen. Wie diese durch die Strahlen der ersten Frühlingssonne aus ihrem Winterschlafe geweckt werden, so auch das Murmelthier und die andern Winterschläfer.

Die meisten Thiere zeigen ihre große Abhängigkeit von der Wärme. Nur dem vollkommensten Geschöpfe, dem Menschen, der die Bestimmung hat, die ganze Erde zu bewohnen, verlieh die Natur die unbeschränkteste Fähigkeit, in allen Himmelsstrichen zu leben und auszuharren. Bei ihm zeigt sich die größte Unabhängigkeit von den Einflüssen der äußern Temperatur; die Wärme, welche er für die Functionen seines Lebens nöthig hat, schafft er sich durch eigene innere Kraft. Auch in dieser Beziehung bildet er eine Welt für sich. Ist dieß auch ein besonderes Geschenk aus den Händen der Allmacht, so hat doch seine Vernunft gleichfalls Theil daran. Er baut sich Häuser und Hütten, er mäßigt die strenge Winterkälte durch künstliche Wärme, er heitzt seine Wohnungen, er bedeckt sich mit warmen Kleidern, er schützt sich gegen allzu starke Sommerhitze durch mancherlei Mittel, während die Thiere, wenn sie sich nicht in Höhlen, nicht in die

Erde verkriechen können, allen äußern Einflüssen Preis gegeben sind. Der Affe, welcher sich mit Wohlbehagen an dem von Menschen verlassenen Feuer wärmt, ist zu dumm, um Holz herbeizutragen und das Feuer zu unterhalten. Die Thiere, welche Antheil an den Bequemlichkeiten der menschlichen Wohnungen nehmen, wie namentlich die Hausthiere und vorzugsweise das treueste unter ihnen, der Hund, begleiten ihn in alle Himmelsstriche und harren bei ihm und mit ihm aus.

Während der Ruhe, im Schlafe, produciren Menschen und Thiere weniger Wärme, als im Wachen: je thätiger, je beweglicher sie sind, desto wärmer sind sie. Darin liegt gewiß eine Hauptursache, daß Menschen in der strengsten Kälte noch aushalten können; denn während ihres Schlafes sind sie in ihren Wohnungen nicht der Kälte Preis gegeben, wie die Thiere, welche diesen Schutz entbehren. Mit den Menschen sind auch die Thiere, welche mit ihnen unter einem Dache leben, dieser Vortheile theilhaftig, und daher können sie aushalten, während die Thiere im Freien untergehen.

Die thierische Wärme der kaltblütigen Thiere hängt von der Temperatur der Flüssigkeit ab, in der sie leben. Sie sehen ein, daß dieß nicht anders sein kann. Wie wäre es möglich, daß Fische eine innere Wärme behaupten könnten, die, wie bei dem Menschen, 29° R. beträgt, während sie, wie zur Winterzeit, in einem Wasser leben müssen, das Frostkälte hat? —

Das Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten kühlt, wenn es auch nicht kälter als die Luft ist, bei weitem schneller ab, als diese. Bringen Sie einen warmen Körper, z. B. einen auf dem Ofen erwärmten Stein in Wasser von etwa 10° R., so wird er bald bis zu dieser Temperatur abgekühlt werden, während er in Luft von 10° R. viel länger liegt, ehe er bis dahin abkühlt. Wenn daher die Natur auch den Fischen das Vermögen verliehen hätte, denselben innern Wärmegrad zu entwickeln, wie die warmblütigen Thiere es vermögen: so würden sie doch, im Wasser lebend, bald diese Wärme verlieren. Nichts desto weniger hat man gefunden, daß bei der Temperatur des Wassers, worin die Lebenserscheinungen der Fische am kräftigsten sich äußern, ihre innere Wärme etwas höher, als die des Wassers ist. So fand man die innere Temperatur bei einem Aal $\frac{3}{4}$°, und bei einem Karpfen 1° höher, als die des Wassers. Beim Thunfische fand man sie um $5\frac{1}{2}$° höher.

Da das Wasser in den Flüssen, See'n und im Meere viel geringeren Temperatur-Veränderungen unterworfen ist, als die Luft: so leben die Bewohner des Wassers in einer mehr gleichmäßigen Temperatur. Während die Landthiere in unserm Klima, im Sommer oft einer Temperatur von 30° und noch mehr, und im Winter nicht selten einer Kälte von 20° und noch mehr ausgesetzt sind, erreicht das Wasser der Flüsse und der See'n nie die höchste Luftwärme, und zur Winterzeit kann seine Kälte nie unter Null sinken. Während im

Sommer und besonders zu Anfang des Herbstes zwischen der Tageswärme und Nachtskühle nicht selten Temperatur-Unterschiede von 15° bis 20° stattfinden, betragen die gleichzeitigen Temperatur-Veränderungen im Wasser, besonders der größeren Flüsse, kaum 1° oder 2°.

Die Fische sind aber auch so organisirt, daß sie eine mehr gleichmäßige Temperatur fordern. Daher kommt es, daß sie durch ungewöhnliche Temperaturwechsel mehr, als die warmblütigen Thiere leiden. So wurden Fische, welche in einem Wasser von 11° R. lebten, getödtet, als dasselbe so langsam erwärmt wurde, daß es in der Stunde nur $4\frac{1}{2}°$ an Wärme zunahm, während sie im Sommer diese und eine noch höhere Temperatur ertragen. Im Allgemeinen ist + 22° bis 24° die Temperatur, wobei die Fische der gemäßigten Erdstriche sterben. Nimmt die Temperatur ab, und nähert sie sich sehr dem Gefrierpuncte des Wassers, so vermindert sich die Lebensthätigkeit der Fische, aber mit erhöhter Temperatur kommt sie wieder.

Bei den Fischen, welche oft 6 bis 7 Monate unter einer Fuß dicken Eisdecke und einer eben so dicken Decke gefrornen Schnee's hinbringen, scheint ein ähnlicher Zustand der Betäubung während des Winters, wie bei den Winterschläfern einzutreten. Außerdem wäre wenigstens nicht zu begreifen, wie die Luft, welche im Wasser enthalten ist, zu ihrem Athmen hinreichen könnte; denn auch die Fische haben Athmungswerkzeuge, die Kiemen, welche aus fünf unter jedem

Kiefer liegenden, bogenförmigen, franzenartigen Organen bestehen. Diese Kiemen pressen die Luft im Wasser aus, und bringen sie mit dem Blute in Berührung. So lange das Wasser in unmittelbarer Berührung mit der Luft ist, nimmt es den durch das Athmen der Fische in Kohlensäure umgewandelten Sauerstoff wieder aus ihr auf; denn dieß ist die hauptsächliche Umwandlung, welche die Luft durch das Athmen erleidet. Ist aber das Wasser mit einer Eisdecke bedeckt, so hört dieser Ersatz auf. Wirklich sieht man in Bassins, deren Oberfläche mit dünnem Eise bedeckt ist, die Fische am Grunde unbeweglich und wie unempfindlich. In Rußland und in Nordamerica bringt man auch Fische, welche die Kälte starr wie ein Stück Holz gemacht hat, große Strecken weit fort. Setzt man sie in weniger kaltes Wasser, so leben sie wieder auf. Endlich soll in Grönland der Flußlachs im Schlamme überwintern, in welchem er wie verhärtet ist. Uebrigens sterben auch die Fische nicht selten wegen Luftmangel, wenn die See'n fest und lange zugefroren sind. Sie sammeln sich auch um eine im Eise gemachte Oeffnung an, um zu athmen, und lassen sich dann leicht und sogar mit den Händen fangen.

Sie haben aus diesen Mittheilungen entnommen, daß auch die kaltblütigen Thiere unter dem Einflusse der äußern Wärme ihrer Umgebungen stehen, in welchen sie leben. Dieser Einfluß zeigt sich nicht minder darin, daß die Thiere im Meere in verschiedenen Tiefen nach Gattungen vertheilt sind. Jedes Thier lebt

stets in derselben Tiefe. Mit ihr vermindert sich die Zahl der Gattungen, und in einer Tiefe von 1650 Fuß scheint jede Spur des thierischen Lebens verschwunden zu sein. Diese Erscheinungen werden Sie Sich selbst erklären, wenn ich Ihnen bemerklich mache, daß die Temperatur des Weltmeers mit der Tiefe abnimmt. Man hat in den nördlichen Meeren, in bedeutenden Tiefen, Temperaturen von $1\frac{6}{10}^0$ bis 2^0 unter Null gefunden, und diese Kältegrade herrschen nicht bloß während des Winters, sondern auch im Sommer; denn die äußere Luftwärme hat auf die Wasserschichten in der Tiefe fast gar keinen Einfluß. Selbst in den Meeren in der Nähe des Aequators hat man in großen Tiefen eine Temperatur, nahe dem Gefrierpuncte ($+ 1\frac{8}{10}^0$) gefunden. Solche niedrige, während des ganzen Jahres anhaltende, Temperaturen sind nicht zum Aufenthalte der Meeres-Bewohner geschickt. Es ist also wohl zu begreifen, wie in einer gewissen Tiefe, die jedoch nach der Lage des Meeres in der heißen, gemäßigten oder kalten Zone verschieden ist, das thierische Leben, wenigstens der höher organisirten Thiere, wegen der beständig dort herrschenden Kälte aufhören muß. Es ist etwas anderes in den Flüssen in der gemäßigten Zone. In ihnen sinkt zwar auch im Winter, wenn sie mit Eis gehen, die Temperatur auf Null herab; allein wenn auch zu dieser Jahreszeit die Lebensthätigkeit der Fische sich vermindert: so tritt sie doch mit Eintritt der warmen Jahreszeit wieder um so kräftiger hervor. Sie theilen fast gleiches Loos mit den

Pflanzen, bei denen gleichfalls während des Winters die Lebenserscheinungen schwinden.

So wie jeder Himmelsstrich seine eigenen Landthiere hat, so haben auch die verschiedenen Meeresschichten ihre eigenen Bewohner. So wie die verschiedenen Wärmegrade der Himmelsstriche die Verschiedenartigkeit der Landthiere bedingen, so bedingen auch die verschiedenen Temperaturen der Meeresschichten die Verschiedenartigkeit der Seethiere. So wie uns auf hohen Gebirgen andere Thiere begegnen, als in Ebenen und Thälern, so finden wir auch in den Tiefen des Meeres andere Bewohner, wie nahe der Oberfläche; denn dort nimmt mit der Höhe, hier mit der Tiefe die Temperatur ab. Was von den Thieren, gilt auch von den Pflanzen. So wie die Landpflanzen nach den verschiedenen Höhen über dem Meere vertheilt sind, so sind auch die Seepflanzen nach den verschiedenen Tiefen des Meeres vertheilt; jedoch unter einer Meerestiefe von 600 Fuß finden sich keine Seepflanzen mehr. Auf dem Lande, wie im Meere ändert sich, wie Sie sehen, die Temperatur in doppelter Beziehung: einmal nach der geographischen Breite, zweitens nach der Höhe über dem Lande, oder nach der Tiefe unter dem Meere. Je näher dem Aequator, desto wärmer, je näher den Polen desto kälter ist es; je höher über der Meeresfläche, und je tiefer unter dem Meere, desto kälter ist es.

So sehen wir denn überall, wohin wir unsere Blicke in der Natur richten, Gesetzmäßigkeit und Har-

monie, nirgends Planlosigkeit, nirgends Willkühr. Je mehr wir im Gebiete der Naturwissenschaften unsere Kenntnisse bereichern, desto vertrauter werden wir mit der Natur, und desto mehr wächst unser Durst nach neuer Erkenntniß.

Ein und zwanzigster Brief.

Erlauben Sie mir fortzufahren, die Wärme zum Gegenstande der Unterhaltung zu wählen. Die auf der Oberfläche unserer Erde verbreitete Wärme ist ein Geschenk der Sonne. Eine solche Substanz, ohne welche alles Leben schwinden, ohne welche die Erde eine starre bewegungslose Masse werden würde, sollte indeß nicht bloß ein Eigenthum der Sonne sein. Jedem irdischen Körper theilte die Allmacht ein bestimmtes Maaß von Wärme zu, welche, gleichsam schlummernd in ihm, nur erweckt zu werden braucht, um sogleich ihre wohlthätigen, freilich manchmal auch ihre verheerenden Wirkungen zu äußern. Der Stahl braucht nur an dem Feuersteine geschlagen zu werden, und augenblicklich entwickelt sich so viel Wärme, daß die abgeriebenen Stahlkörnchen zum Glühen kommen, und andere entzündliche Körper entzünden. So lange noch ein Stück von beiden übrig ist, kann diese Wärmeentwicklung wiederholt werden. Wie wunderbar! Ruhig liegen der Stahl,

der Feuerstein und der Schwamm neben einander in der Tasche des Tabakrauchers, eine unerschöpfliche Wärmequelle ist in ihnen verborgen, die fähig ist, ganze Städte in Brand zu stecken, und in Schutt zu verwandeln; erst beim Schlagen an einander wird ein geringer Theil dieser Wärme frei. So wie die Schöpfungen des hochbegabten menschlichen Geistes unerschöpflich sind, so wie von Gelehrten und von Künstlern während ihres ganzen Daseins immer Neues und immer wieder Neues an's Tageslicht tritt: so ist jene Urkraft der Natur im kleinsten Stücke Stahl und Feuerstein in nie fehlender Menge verbreitet. Sammelten wir die abgeschlagenen Stahl- und Feuerstein-Theilchen, brächten wir sie wieder in Zusammenhang: so würde keine Abnahme in ihrer Wärme erregenden Kraft sich zeigen. Bis in das Unendliche fort würden sie ihren Dienst leisten.

Graf Rumford maaß die beim Bohren der Kanonen sich entwickelnde Hitze, und fand sie ungeheuer groß. Ja, jedem Körper ist eine unendliche Menge Wärme zugetheilt; denn wenn auch vorzugsweise nur feste Körper durch Reibung Wärme entwickeln, und zwar desto mehr, je härter sie sind, und je stärker sie an einander gerieben werden: so zeigen doch andere Erscheinungen, daß auch die weichsten, selbst die tropfbar flüssigen und die luftförmigen unter gewissen Umständen ungeheure Quantitäten Wärme entwickeln können.

Wollen Sie nur beachten, daß die meisten festen Körper durch Hitze flüssig und durch noch größere Hitze

luftförmig werden: so wird Ihnen einleuchten, daß die Menge der Wärme in den tropfbarflüssigen und in den luftförmigen Körpern noch größer, als in den festen sein müsse. Der Stahl fordert einen hohen, der Feuerstein einen noch viel höhern Hitzgrad, um zu schmelzen; zu der in ihnen schon vorhandenen unerschöpflichen Wärmemenge muß also noch mehr hinzukommen.

Widersprechend dürfte es Ihnen scheinen, wie eine unendliche Menge Wärme, die wir in dem festen Stahle und Feuersteine annehmen müssen, sich noch vermehren könne; denn das unendlich Große kann sich nicht mehr vergrößern. Es liegt in seinem Begriffe, daß es keiner weiteren Vermehrung fähig sein könne; denn so wie etwas noch zunehmen kann, ist es eine endliche Größe, wenn auch sein Maaß oder Gewicht von unsern Sinnen kaum mehr erfaßt werden kann. So ist die Menge des Wassers auf unserer Erde ungeheuer, jedoch nicht unendlich; denn wir können noch einen Zuwachs desselben uns denken.

Jener Widerspruch, daß die unendliche Menge Wärme im Stahle und im Feuersteine durch Schmelzen noch zunehmen könne, ist indeß nur scheinbar; denn ganz verschieden ist der Zustand der, in beiden Körpern schon vorhandenen Wärme von dem, der durch das Schmelzen hinzukommenden. Jene Wärme bleibt unter allen Umständen ein Eigenthum des Stahls und des Feuersteins. Setzen wir beide der größten Kälte aus, so geht zwar etwas davon verloren; aber immer bleibt noch ein so unerschöpflicher Vorrath zurück, daß der

erkältete Stahl und Feuerstein fortwährend durch Schlagen an einander Wärme entwickeln. Wird aber der geschmolzene Stahl und Feuerstein aus dem Feuer genommen, so entweicht in kurzer Zeit alle Wärme, die ihnen beim Schmelzen zugeführt worden ist. In einem ganz anderen Zustande muß also diese letztere Wärme in ihnen enthalten sein, als jene ursprüngliche, da jene in die kälteren Umgebungen entweicht, diese unter allen Umständen zurückgehalten wird. Nicht jene ursprüngliche, schon in unendlichem Maaße vorhandene Wärme wird also vermehrt: diese ist keiner Vermehrung fähig.

Können wir auch aus flüssigen Körpern, wie aus dem Wasser, durch Reibung keine Wärme entwickeln: so kann doch durch andere Vorgänge ihre Gegenwart gleichfalls erkannt werden. Bei vielen chemischen Processen wird Wasser durch Verbindung mit anderen Körpern fest. Ich erinnere Sie bloß an jenen Ihnen bekannten Proceß. Spritzt man etwas Wasser auf gebrannten Kalk, so wird es begierig eingesogen, ohne daß es letzteren naß macht. Bald hierauf erhitzt er sich, so daß man ihn nicht mehr in den Händen halten kann. Dieses Wasser wird nicht etwa vom Kalke so eingesogen, wie von einem Schwamme; denn man kann es nicht wie aus letzterem auspressen; sondern es ist in innige Verbindung mit dem Kalke getreten, und mit ihm fest geworden. Erst durch starke Hitze kann es wieder fortgetrieben werden. So wie aber Wasser fest wird, muß es ebenso einen Theil seiner Wärme fahren lassen, wie geschmolzenes Blei, Eisen u. s. w.

ihn bei ihrer Erstarrung von sich giebt. Jene Erscheinung zeigt also ganz deutlich, daß flüssiges Wasser mehr Wärme enthält, als festes.

Friert das in der Luft befindliche luftförmige Wasser zu Schnee, so wird gleichfalls Wärme entwikkelt; denn stets mindert sich die Winterkälte, wenn es schneit.

Aus der Luft kann durch schnelles und heftiges Zusammenpressen so viel Wärme entwickelt werden, daß leicht entzündliche Körper, wie Feuerschwamm, anfangen zu brennen. Sie kennen das sogenannte pneumatische oder Compressions-Feuerzeug: eine Röhre von Metall oder Glas, in welche ein Kolben sorgfältig eingeschliffen ist. Ich habe Ihnen gezeigt, wie ein Stückchen Zündschwamm in einen etwas ausgehöhlten Zapfen gelegt, der luftdicht in das eine Ende der Röhre gesteckt und befestigt wird, sich entzündet, wenn man die in der Röhre enthaltene Luft durch einen kräftigen Stoß mit dem Kolben zusammenpreßt. Sie haben gesehen, daß der Schwamm fortfährt zu brennen, wenn er schnell herausgenommen und an die Luft gebracht wird.

Auch aus tropfbaren Flüssigkeiten, wie Wasser, kann durch rasches Zusammenpressen Wärme entwickelt werden; jedoch bei weitem weniger wie aus Luft, weil um so mehr Wärme entwickelt wird, je mehr die Körper zusammengepreßt werden können, und luftförmige Körper in einem bei weitem höheren Grade zusammendrückbar sind, als tropfbare Flüssigkeiten.

Körper, welche einem äußern Drucke nur so lange nachgeben, als er anhält, und dann ihren vorigen Raum wieder einnehmen, können durch oft und schnell wiederholten Druck sehr beträchtlich erhitzt werden. Metalle werden durch Hämmern heiß, selbst glühend. Große Glocken erwärmen sich, wenn sie lange läuten, desgleichen wird eine stählerne Armbrust durch wiederholtes Spannen und Nachlassen warm. Die Münzen entwickeln beim Prägen viele Wärme: durch den ersten Stoß die meiste, durch den zweiten und dritten weniger, nach mehr als drei Stößen eine kaum mehr merkliche. Durch Hämmern, Walzen und Prägen werden aber auch die Metalle dichter.

Wenn sich umgekehrt Körper plötzlich ausdehnen oder verdünnen, was nur bei luftförmigen, nach vorher gegangenem Zusammendrücken, stattfinden kann: so tritt die entgegengesetzte Wirknng ein: es entsteht Kälte. Man beobachtet dieß, wenn Luft, nachdem sie in einem Gefäße zusammengedrückt worden, schnell ausströmt, wobei sie sich plötzlich ausdehnt oder verdünnt. Führt diese sich ausdehnende Luft viel luftförmiges Wasser mit sich, so kann die Erkältung so bedeutend werden, daß letzteres zu Schnee gefriert. Man beobachtete dieß an einer sogenannten Wassersäulen-Maschine in einem Bergwerke zu Schemnitz in Ungarn, bei deren Gang plötzlich zusammengedrückte Luft ausströmte.

Das gewöhnliche Mittel, durch Verbrennung Wärme zu entwickeln, zeigt, welche große Quantitäten davon in den Körpern vorhanden sind. Wenn Ihre Geduld

nicht ermüdet, werde ich in späteren Briefen den so wichtigen Verbrennungsproceß zum Gegenstande unserer Betrachtung wählen. Hier bemerken Sie nur, daß dieser Proceß nichts anderes, als die Mischung eines brennbaren Körpers oder seiner Bestandtheile mit dem im Luftkreise enthaltenen Sauerstoffgase ist. Man hat die Menge der durch Verbrennen verschiedener Körper sich entwickelnden Wärme bestimmt und gefunden, daß z. B. 1 Pfund Holzkohlen beim Verbrennen so viel Wärme giebt, daß dadurch 105 Pfd. Wasser von Null Grad bis zu 60° erhitzt werden können. Ein anderer brennbarer Körper, Wasserstoffgas, welches der Chemiker zur Verbrennung anwendet, wenn er sehr hohe Hitzgrade hervorbringen will, liefert so viel Wärme, daß 1 Pfund davon 240 Pfund Wasser bis zu 60° erhitzen kann.

Eine ungeheure Menge Wärme entwickelt sich, wenn auf Terpenthinöl ein Gemisch aus rauchender Salpetersäure und Schwefelsäure gegossen wird. Wenn Sie diesen Versuch anzustellen wünschen, so bitte ich, mit einiger Vorsicht zu verfahren. Man gießt 1—2 Loth Terpenthinöl in eine Schale (etwa in eine Kaffeetasse), die man am besten ins Freie stellt, mischt eben so viel rauchende Salpetersäure mit etwa dem vierten Theil rauchender Schwefelsäure in einem Arzneiglase, und gießt dieses Gemisch, indem man das Glas mit einer langen Feuerzange hält, in das Terpenthinöl. Augenblicklich schlägt eine 6 bis 10 Fuß hohe Flamme empor, und ein dicker schwarzer Rauch steigt auf. Da

die Flüssigkeit umherspritzt und die Kleider zerfrißt, so muß man mit lang ausgestrecktem Arme das Gemisch in das Terpenthinöl gießen. Es ist dieß eine Verbrennung, wie beim Terpenthinöl, welches auf einen Teller gegossen und angezündet wird; nur daß dort die Entzündung auf Kosten des Sauerstoffs, welcher ein Bestandtheil der Salpetersäure ist, erfolgt. Hat die Entzündung begonnen, so setzt sich die Verbrennung auf Kosten des Sauerstoffs in der Luft fort.

Die Verbrennung ist nicht der einzige Proceß, wobei Wärme entwickelt wird; sondern bei den meisten chemischen Processen kommt Wärme zum Vorschein; nur beträgt sie manchmal so wenig, daß man sie bloß mit empfindlichen Thermometern wahrnehmen kann. Je größer die Neigung zweier Stoffe ist, sich mit einander zu mischen, oder wie der Chemiker zu sagen pflegt, je größer ihre chemische Verwandtschaft zu einander ist, desto mehr Wärme wird bei ihrer Mischung entwickelt.

Gießt man in eine kleine Schale rauchende Schwefelsäure, und schüttet darauf ausgeglühte Magnesia (eine weiße Erde, die man auch Talk- oder Bittererde nennt), so daß die Erde jene Säure ganz bedeckt: so kommt die Magnesia bald zum Glühen. Schwefelsäure und Magnesia haben nämlich eine große Neigung, sich mit einander zu mischen, und in Folge dieser Mischung entwickelt sich so viel Wärme, daß die Magnesia glühend wird.

Bei Auflösungen von Salzen in Wasser zeigt sich häufig das Gegentheil: die Mischung wird nämlich nicht

wärmer, sondern kälter. Schütten Sie in ein Glas Wasser ungefähr den dritten Theil des Wassergewichtes Kochsalz, vorher fein zerrieben, und rühren es stark um, damit die Auflösung beschleunigt wird: so werden Sie, das Glas in der Hand haltend, eine nicht unbedeutende Kälte verspüren. Der Grund hiervon ist, daß jeder Körper, zum Schmelzen Wärme nöthig hat. Eben so wie Eis zum Schmelzen, so hat auch Kochsalz zu seiner Auflösung in Wasser Wärme nöthig. Diese Wärme entzieht das Salz dem Wasser und dadurch wird letzteres erkältet.

Auf diese Weise kann man bedeutende Kälte hervorbringen, und man bedient sich dieses Mittels in Ermangelung von Eis, um Getränke abzukühlen, oder mitten im Sommer Eis darzustellen. Wenn 5 Theile sehr fein gepülverten Salmiaks mit 5 Theilen ebenfalls fein geriebenen Salpeters gemengt und mit 16 Theilen frisch gepumpten Brunnenwassers, von ungefähr 8^0 Wärme, oder wenn ein fein geriebenes Gemeng von 10 Th. Salpeter, 32 Th. Salmiak und 57 Th. Chlorkalium (Digestivsalz) mit seinem 4fachen Gewichte Wassers von $+ 8^0$ übergossen werden: so erkältet sich die Mischung während der Auflösung der Salze bis zu 12^0 unter Null, und das Glas wird auswendig mit einer Eisrinde überzogen, indem sich der Wasserdunst in der Luft darauf niederschlägt und gefriert. Je feiner die Salze gepulvert, je besser die Masse gemengt, und je schneller die Auflösung geschieht, desto größer ist die Kälte. Die Salz-Auflösungen können für denselben

Zweck wiederholt angewendet werden. Man darf sie nur in einer Porcellan-Schale, oder auch in einer eisernen oder kupfernen Pfanne über dem Feuer bis zur Trockenheit abdampfen und wieder zu feinem Pulver zerreiben.

Nachdem Sie mancherlei Operationen und Processe kennen gelernt haben, wodurch Wärme entwickelt wird, dürfte es Ihnen nicht schwierig werden, mit den Processen vertraut zu werden, welche die unerschöpfliche Wärme der warmblütigen Thiere erzeugen.

Im menschlichen Körper, so wie im thierischen überhaupt gehen verschiedene chemische Processe von Statten. Unsere Nahrungsmittel werden auf mannichfache Weise verarbeitet, ehe sie in Blut, in diejenige Flüssigkeit umgewandelt werden, woraus sich alle übrigen Bestandtheile unsers Körpers erzeugen, und wodurch ihr beständiger Abgang und Verbrauch wieder ersetzt wird. Diese Verarbeitung unserer Nahrungsmittel können wir vergleichen mit Gährungen, welche gleichfalls nichts anders, als chemische Processe sind; denn von solcher Art sind alle Mischungen, Zerlegungen und Umwandlungen der Stoffe, wobei sich stets mehr oder weniger Wärme entwickelt. Dieß ist eine so allgemeine Erscheinung, daß wir in Fällen, wo es zweifelhaft, ob ein chemischer Proceß von Statten gegangen ist, unsere Zuflucht zum Thermometer nehmen, und aus dem Steigen desselben auf einen solchen Proceß schließen.

Gießen Sie z. B. Branntwein oder Weingeist in Wasser, und rühren beide Flüssigkeiten unter einander,

so steigt ein hinein gestelltes Thermometer. Wir schließen daraus, daß ein chemischer Proceß, eine Mischung beider Flüssigkeiten, stattgefunden habe. Gießen Sie dagegen Wasser in Oel, und rühren beide Flüssigkeiten durch einander, so entwickelt sich keine Wärme. Es kann daher keine Mischung, kein chemischer Proceß erfolgt sein, wie sich auch zeigt, wenn Sie die Flüssigkeiten einige Augenblicke ruhig stehen lassen; denn alsbald sondert sich das Oel vom Wasser, und schwimmt auf diesem.

Sie werden die Einwendung machen, daß die Kälte, welche beim Auflösen der Salze im Wasser entsteht, im Widerspruche mit der Entwicklung von Wärme bei chemischen Processen ist. Allein auch in diesen Fällen wird Wärme entwickelt; sie beträgt aber weniger, als die Kälte, welche durch das Schmelzen der Salze verursacht wird; daher vermindert sich die Wärme. Die Chemie bietet viele Beispiele dar, welche zeigen, daß auch beim Auflösen fester Körper in flüssigen Wärme entwickelt wird. Lösen Sie z. B. gebrannten Kalk in einer Säure, etwa in starkem Essig auf, so werden Sie wahrnehmen, wie das Gefäß so warm wird, daß man es kaum mehr in der Hand halten kann. Auch hier entsteht Kälte durch das Auflösen des Kalkes; sie beträgt aber weniger, als die Wärme, welche durch den chemischen Proceß entbunden wird; daher wird die Flüssigkeit warm.

Bei allen Gährungen entwickelt sich mehr oder weniger Wärme. So beim Gähren des Branntweinguts, des Mostes, bei der Essiggährung u. s. w. Bei

der sogenannten Schnellessig-Fabrication, wo innerhalb 24 Stunden Branntwein, der mit Wasser vermischt worden ist, sich säuert, steigt die Temperatur in den Fässern bis zu 30° R., wenn die, dieselben umgebende Luft auch nur etwa 15° R. warm ist.

Bei der Fäulniß, die ebenfalls eine Gährung ist, entwickelt sich Wärme. Dieß zeigt das Rauchen der Miststätten zur Winterzeit; denn durch die Wärme verdunstet die Feuchtigkeit, welche, in die kalte Luft tretend, sich daselbst wieder verdichtet. Daher verstopfen wir zur Winterzeit die Kellerlöcher mit Mist, um das Frieren der darin aufbewahrten Früchte zu hindern. Beim Pferdemist hält die Wärmeentwicklung sehr lange an; sie steigt bis zu 30° und wird zur Fabrication des Bleiweißes benutzt.

Bei der Verwandlung des Blutes in verschiedene andere thierische Flüssigkeiten und in feste Substanzen gehen stets Processe von Statten, welche man mit Gährungen vergleichen kann. Bei der Verdauung gehen die ausgeschiedenen Theile der Nahrungsmittel schon im thierischen Körper theilweise in Fäulniß über, wie der üble Geruch der Excremente zeigt. Wir erblicken daher in diesen chemischen Processen mehrere Quellen der thierischen Wärme. Außer diesen Processen geht aber im thierischen Körper noch ein anderer von Statten, welcher ununterbrochen fort von der Geburt bis zum Tode in Thätigkeit ist, und der den größten Theil der thierischen Wärme entwickelt. Dieser Proceß ist das Athmen.

Er besteht darin, daß in den Lungen das dunkelbraune Blut (venöses Blut) in hochrothes (arterielles) umgewandelt wird. Die Lunge besteht aus einer Menge Blutgefäße, die in ihr außerordentlich verzweigt sind, und aus einer Menge mehr oder weniger feiner Luftröhrchen, welche jedoch bei weitem nicht so sehr verzweigt sind, aber alle mit einander communiciren. Eine weite, nicht zusammendrückbare Röhre, die Luftröhre, steht durch die Nasen- und Mundöffnung mit der äußern Luft in Communication. Indem sich nun das Zwergfell durch Zusammenziehen der Muskelfasern herabzieht, wird der Raum der Brusthöhle erweitert, und die äußere Luft strömt durch die Luftröhre in die Lungen: die Zellen derselben blasen sich auf. Beim tieferen Einathmen erweitert sich auch die Brusthöhle etwas durch Ausdehnung der Rippen. Das Zwergfell wird hierauf von den Bauchmuskeln und dem elastischen Bauchfell wieder in die Höhe gedrückt, und die Luft wieder ausgeblasen. Bei diesem Ein- und Ausathmen nehmen die Lungen keinen selbstthätigen Antheil, sondern bei jenem lassen sie sich nur aufblasen, und bei diesem lassen sie die Luft wieder ausströmen.

Die mittlere Menge Luft, die bei jedem gewöhnlichen Athemzuge des Menschen umgewechselt wird, kann man zu 15 Kubikzoll annehmen. Allein bei tiefern Athemzügen können 50 bis 60 K. Z. ein- und ausgeathmet werden. Im gesunden und ruhigen Zustande athmet ein Mensch in der Minute gewöhnlich 18 Mal ein und aus. Bemerken Sie, daß der Inhalt einer Quart-

flasche 64 K. Z. ist; im ruhigen Zustande wechselt also der Mensch ungefähr ein Drittel von der Luft aus, die in eine solche Flasche geht.

Die Umwandlung des venösen Bluts in arterielles durch die eingeathmete Luft erfolgt, ohne daß Blut und Luft unmittelbar mit einander in Berührung kommen. Die Häute, welche die Luftzellen umgeben, und in welche sich die Blutgefäße verzweigen, verhindern aber nicht die Einwirkung der Luft auf das Blut. Das Sauerstoffgas, derjenige Bestandtheil der atmosphärischen Luft, welcher eine active Rolle beim Athmen spielt, wird nämlich vom Wasser des Häutchens eingesogen, kommt dann mit dem Blute in Berührung und röthet es.

Die Luft erleidet beim Athmen die Veränderung, daß ein Theil des eingeathmeten Sauerstoffs in Kohlensäuregas umgewandelt wird. Davon können Sie Sich leicht überzeugen. Bringen Sie in eine Bouteille etwas gebrannten Kalk, gießen Wasser darauf, schütteln das Ganze um, und lassen Sie die Bouteille ruhig stehen, bis das Wasser klar wird. Gießen Sie dasselbe ab, so haben Sie eine Kalkauflösung, (Kalkwasser) welche von Kohlensäuregas getrübt wird. Blasen sie nun die ausgeathmete Luft durch einen Strohhalm oder durch eine Pfeifenröhre in das Kalkwasser, so trübt es sich und wird milchig.

Was beim Athmen vor sich geht, ist hiernach leicht zu erklären. Ein Theil des Kohlenstoffs im venösen Blute, der ein Bestandtheil aller thierischen

Substanzen ist, mischt sich mit einem Theile des Sauerstoffgases der Luft und verwandelt es dadurch in Kohlensäuregas, welches mit der übrigen Luft ausgeathmet wird.

Schon seit längerer Zeit hat man sich bemüht, die Menge der Kohlensäure genau zu messen, welche in einer gewissen Zeit von den Lungen ausgeathmet wird; denn Sie dürften Sich bald überzeugen, daß dieß zur Erklärung der Entwicklung der thierischen Wärme und anderer Erscheinungen beim Athmen von großer Wichtigkeit ist. Vor einigen Jahren haben französische Chemiker diese Messung auf eine sinnreiche Weise wiederholt, und folgende Resultate erhalten.

1) Das in einer gewissen Zeit durch die Lungen ausgeathmete Kohlensäuregas ist je nach dem Alter, Geschlechte und der Constitution der Menschen verschieden.

2) Bei den Männern, wie bei den Frauen richtet sich die Menge dieser Kohlensäure nach dem Alter, aber nicht nach dem Gewichte der Personen.

3) In allen Perioden des Lebens, zwischen dem 8ten Jahre und dem höchsten Alter, athmen unter übrigens gleichen Umständen die Männer mehr Kohlensäure aus, als die Frauen. Dieser Unterschied ist besonders beträchtlich zwischen dem 16ten und 40sten Jahre, während welcher Periode der Mann fast 2 Mal so viel Kohlensäure ausathmet, wie die Frau.

4) Bei dem männlichen Geschlechte wächst diese Kohlensäure ohne Unterbrechung vom 8ten bis zum

30sten Jahre, und diese Zunahme wird plötzlich sehr bedeutend zur Zeit der Mannbarkeit. Von 30sten Jahre an vermindert sie sich, und um so mehr, je mehr sich der Mann seinem höchsten Alter nähert, in welcher Periode sie wieder zu der Menge zurückkehrt, die gegen das 10te Jahr ausgeathmet wird.

5) Bei dem weiblichen Geschlechte vermehrt sich die Kohlensäure nach denselben Gesetzen, wie bei dem männlichen; aber zur Zeit der Mannbarkeit hört diese Vermehrung plötzlich auf, und wird fast wieder so, wie in der Kindheit. Bis gegen das 50ste Jahr bleibt sich diese Menge gleich, wenn die dem weiblichen Geschlechte eigenthümlichen Verrichtungen nicht gestört werden. Von dieser Zeit an vermehrt sie sich sehr merklich, und nimmt hierauf, wie bei dem Manne, fortwährend ab.

6) In beiden Geschlechtern und in jedem Alter ist die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure um so größer, je stärker und kräftiger die Constitution ist.

Aus den angestellten Versuchen hat sich ergeben, daß die Menge des Kohlenstoffs, welche in der, in einer Stunde ausgeathmeten Kohlensäure enthalten ist, bei einem Knaben von 8 Jahren 5 Grammen *) beträgt; bei einem Knaben von 15 Jahren vermehrte sie sich stufenweise bis zu $8\frac{7}{10}$ Gr. Nach dem 15ten Jahre wuchs die Menge in folgenden Verhältnissen:

---

*) $467\frac{7}{10}$ solcher französischer Grammen sind gleich 1 Pfd. preußisches Handelsgewicht.

im 16ten Jahre betrug sie . . . $10\frac{8}{10}$ Gr.
zwischen 18 und 20 Jahren . . $11\frac{4}{10}$ „
zwischen 20 und 30 „ . . . $12\frac{2}{10}$ „
zwischen 30 und 40 Jahren blieb diese
Menge nahe dieselbe;
zwischen 40 und 60 Jahren war sie nur $10\frac{1}{10}$ „
zwischen 60 und 80 „ war sie . $9\frac{2}{10}$ „
bei einem Alter von 100 J. war sie nur $5\frac{9}{10}$ „

Um Sie nicht zu ermüden, unterlasse ich es, die weiteren Resultate anzuführen, welche durch jene interessanten Versuche erhalten worden sind.

Aus den vorstehenden Angaben ersehen Sie, daß die geringste Menge Kohlenstoff, welche der Mensch in 24 Stunden durch das Athmen verliert, $8\frac{2}{10}$ Loth, und die größte Menge 20 Loth beträgt. Nehmen wir die letztere Menge, da sie dem erwachsenen Alter zwischen 20 und 40 Jahren entspricht, als Norm an, und gründen darauf folgende Rechnung.

Man hat durch Versuche gefunden, daß die Wärmemenge, welche sich beim Verbrennen der Kohle entwickelt, dieselbe bleibt, es mag diese Verbrennung schnell oder langsam von Statten gehen. Jede Verbindung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff ist aber eine Verbrennung; also auch die des Kohlenstoffs im Blute mit dem Sauerstoff der eingeathmeten Luft. Es ist nur der Unterschied, daß beim schnellen Verbrennen der Kohle, wie in unsern Feuerheerden, in kurzer Zeit eine bedeutende Menge Wärme und Licht, nämlich Feuer zum Vorschein kommt, während beim langsamen Ver-

brennen die Wärme sich allmälig entwickelt, ohne daß Feuer entsteht; aber die Menge ist stets dieselbe.

Es läßt sich dieß vergleichen mit dem Ausfließen eines Baches, etwa aus einem Teiche. Ob dieser Ausfluß langsam oder schnell erfolgt, ist der Menge nach ganz gleich. In letzterem Falle kann aber eine Ueberschwemmung erfolgen, während in ersterem das Wasser, ohne das Bett zu übersteigen, abfließt.

Wenn nun 1 Loth Kohlenstoff beim schnellen Verbrennen so viel Wärme liefert, daß 105 Loth Wasser bis zu 60° erhitzt werden können: so werden durch 20 Loth Kohlenstoff 2100 Loth oder 65⅝ Pfund Wasser bis zu 60° erhitzt.

Sie sehen, wie bedeutend die Wärmemenge ist, welche durch das Athmen, d. h. durch die langsame Verbrennung eines Theils des Kohlenstoffs im Blute entwickelt wird. Es wird Ihnen klar werden, daß dieser chemische Proceß es ist, wodurch der bei weitem größte Theil der thierischen Wärme erzeugt wird.

Erlauben Sie mir, die Sache durch ein Beispiel noch etwas anschaulicher zu machen.

Wenn Branntweingut oder Most gährt, so entwickelt sich, wie ich schon erwähnt habe, und wie Ihnen längst bekannt ist, Wärme. Diese Gährung und noch mehr die saure Gährung bei der Schnellessig-Fabrication hat eine große Aehnlichkeit mit dem Respirationsprocesse. Die Luftblasen, welche im gährenden Most aufsteigen, und die nicht selten in Kellern, worin große Quantitäten gähren, die Luft unathembar machen, be-

stehen gleichfalls aus Kohlensäuregas. Hier haben Sie eine langsame Verbrennung, derjenigen ähnlich, welche in unsern Lungen vor sich geht. Da die Wärmeentwickelung in der gährenden Flüssigkeit eine Folge dieser Verbrennung ist: so schließen wir ganz richtig, daß die Wärme in unserm Körper dieselbe Ursache habe. Der Vergleich ist indeß insofern nicht ganz passend, da der Kohlenstoff im gährenden Traubenzucker nicht auf Kosten des Sauerstoffs in der Luft, sondern auf Kosten des in dem Zucker vorhandenen verbrennt.

Ein passenderes Beispiel bietet die Fäulniß dar. Bei diesem Processe geht dasselbe, wie beim Athmen von Statten: der atmosphärische Sauerstoff verbindet sich mit einem Theile des Kohlenstoffs im Miste, Kohlensäure entweicht und Wärme wird entwickelt. Bei der Fäulniß erfolgt also eine langsame Verbrennung, wie beim Athmen, und der faulende Pferdemist entwickelt sogar mehr Wärme wie der thierische Körper. Da nun die Wärme des faulenden Mistes von dieser langsamen Verbrennung herrührt: so können Sie nicht zweifeln, daß auch die thierische Wärme vom Athmen und von anderen aber ganz ähnlichen, im thierischen Körper von Statten gehenden chemischen Processen herrühre.

Diese von der Geburt bis zum Tode ununterbrochen fortdauernde Wärmeentwicklung deckt den Wärmeverlust, welchen Menschen und Thiere beständig erleiden. Wenn wir uns auch mit Kleidern bedecken, wenn die Natur die thierischen Körper mit den schlechtesten Wärmeleitern, mit Haaren und Federn umgeben

hat, wenn an Stellen, wo Erkältung besonders schädlich wirkt, das unmittelbar unter der Haut angesammelte Fett liegt, welches, als schlechter Wärmeleiter, die Ableitung der Wärme beschränkt: so verliert der thierische Körper doch immer fort Wärme. Aus der Haut verdunstet beständig Wasser, wozu Wärme nöthig ist, kalte Luft athmen wir ein, warme und viel luftförmiges Wasser athmen wir aus, der Urin und die Excremente führen Wärme fort, und da in der Regel die Luft, welche den thierischen Körper umgiebt, kälter als er ist: so wird ihm auch durch diese Wärme entzogen.

Durch unsere warmen Speisen und Getränke führen wir zwar unserm Körper viel Wärme zu; allein abgesehen davon, daß ein gesunder Mensch auch mit kalter Kost sich erhalten kann, ohne den mindesten Nachtheil zu verspüren: so zeigen ja die Thiere, daß eine Wärme-Zuführung durch die Nahrungsmittel keineswegs eine nothwendige Bedingung für das thierische Leben ist.

Wollen Sie im nächsten Briefe meinen Betrachtungen noch etwas folgen, so wird Ihnen der Ursprung der thierischen Wärme immer klarer werden.

Zwei und zwanzigster Brief.

Ein großer Theil des Genusses, den das Studium der Naturwissenschaften gewährt, ist ohne Zweifel darin zu suchen, daß es auf Erscheinungen führt, die uns seit unserm Kindesalter bekannt sind, über deren Ursachen nachzudenken, wir aber oft versäumt haben. Wir begrüßen solche Erscheinungen, wie alte Freunde und Bekannte; wir freuen uns, Sie wieder zu finden.

Wer weiß nicht, daß wir um so wärmer werden, je schneller wir athmen, und daß wir um so schneller athmen, je mehr wir uns bewegen. Wenige sind es aber, die uns befriedigende Antwort geben können, wenn wir nach der Ursache fragen. —

Durch körperliche Anstrengung, durch starke Bewegung wird der Blutumlauf beschleunigt; je schneller aber das Blut durch die Lungen kreist, desto mehr muß Luft zur Verbrennung seines Kohlenstoffs eingeathmet werden; denn die theilweise Ausscheidung desselben ist ein

nothwendiger Act im thierischen Leben. Eine Folge hiervon ist eine vermehrte Wärmeentwicklung. Damit indeß diese Vermehrung dem Körper nicht nachtheilig werde, beschleunigt sich die Hautausdünstung: wir schwitzen, und dadurch führen wir die überflüssige Wärme wieder fort.

Bei mangelnder Bewegung, besonders im Schlafe, ist der Blutumlauf weniger schnell; wir athmen langsam, und entwickeln daher weniger Wärme. Daher frieren wir in strenger Kälte, wenn wir uns nur körperlich anstrengen, oder stark gehen, bei weitem weniger, als wenn wir in einem schwach geheitzten Zimmer sitzen. Daher fühlen wir das Bedürfniß, uns während des Schlafs gut zuzudecken, damit die geringere Menge Wärme, welche in der Ruhe erzeugt wird, zusammengehalten werde. Daher sind wir, wenn wir zur Winterzeit Wanderungen machen, während der Nacht herumirren, so lange vor dem Erfrieren sicher, als wir uns nur des Schlafs erwehren können. Daher ist es so gefährlich, auf solchen Wanderungen zu viele geistige Getränke, besonders Branntwein, zu sich zu nehmen; denn wird auch dadurch Wärme erregt, so wird auf der andern Seite leicht Schlaf und damit der Tod herbeigeführt.

Die Winterschläfer, namentlich die Murmelthiere, zeigen recht deutlich, wie mit vermindertem Athmen die thierische Wärme abnimmt. Während des wachenden Zustandes ist die Lebenswärme der Murmelthiere $30\frac{2}{10}$° R. Die erstarrten Thiere, welche im tiefsten Winterschlafe

liegen, haben hingegen nur 4° bis 10° Wärme: sie sind dann wie gefroren und zeigen keine Bewegung des Athmens. Diejenigen, welche 14° Wärme haben, athmen sichtbar; sind aber auch dem Erwachen nahe. Bei 16° Lebenswärme fangen sie an zu schnarchen, bei 18° rühren sie sich und werfen sich hin und her, und bei 20° beginnen sie zu gehen. Treibt man sie dann ein wenig an, so vergeht keine Stunde, und die volle Lebenswärme des wachenden Zustandes ist zurückgekehrt.

In einem wachenden ganz zahmen Murmelthiere machte das Herz 90 Schläge in der Minute. Im Winterschlafe macht es dagegen während dieser Zeit nur 8 bis 10 Schläge. Bei einem Murmelthiere, dessen Lebenswärme unter 10°, ist es unmöglich, das Athemholen wahrzunehmen; erst bei 12° Lebenswärme wird es bemerkbar, und gleichförmig und anhaltend erst bei 18°. In niederer Wärme zählt man manchmal nur 3 bis 5 Athemzüge in 1 Minute, und dann geht wieder 1 Minute ohne Athemzug hin.

Ein bei 6° Lebenswärme schlafendes Murmelthier wurde in abgesperrte Luft, welche eine Temperatur von 4° hatte, gebracht. Binnen 24 Stunden veränderte es seine Wärme nicht. Nach 10 Stunden hatte die Luft nur $1\frac{4}{10}$ Proc. Sauerstoffgas verloren; nach 60 Stunden betrug dieser Verlust $8\frac{6}{10}$°. Die Lebenswärme war nun auf $6\frac{4}{10}$° gestiegen, und an den Bauchmuskeln wurde das unmerkliche Athmen sichtbar. Ein bei 12° Lebenswärme schlafendes Murmelthier hatte nach 10 Stunden $2\frac{2}{10}$ Proc. Sauerstoffgas, also mehr

als doppelt so viel, wie das erste verzehrt und nach 20 Stunden $9\frac{7}{10}$ Proc. Die Wärme des Thieres war aber auch auf 14° gestiegen.

Wachende Igel haben eine Lebenswärme von 30°. Als in einen erstarrten ein Einschnitt gemacht, und ein Thermometer in die Wunde gesteckt wurde, zeigte es 8°, während die Luftwärme 1° war. Eilf Minuten darauf erwachte das Thier, ohne Zweifel durch den Schmerz, den die Wunde ihm verursachte, und das Thermometer in derselben stieg auf $29\frac{4}{10}$°.

Das Athmen der Fledermäuse im Winterschlafe scheint unmerklich; die Schläge des Herzens sind aber beinahe noch sichtbar. Während des Wachens sind ihrer 200, im Winterschlafe nur 50 oder 55 in der Minute. Die Wärme der erstarrten Fledermäuse schwankt zwischen 12° und 14°. Ein Thermometer in dem Einschnitte einer Wunde sank sogleich auf 6° und stieg allmälig auf 31°, indem der Schmerz der Wunde das Thier allmälig zum Erwachen brachte. Bringt man sie in ein Zimmer von 14 bis 16° Wärme, so wird das Athmen nach einigen Minuten sichtbar; sie erwachen allmälig, und nach einigen Minuten fliegen sie umher.

Das Thermometer sank in der geöffneten Brust einer schlafenden Eichelmaus auf 7°. Sie athmete im Schlafe ungleich, 8 bis 10 Mal in der Minute.

Aus diesen Versuchen ersehen Sie deutlich, daß mit zunehmendem Athmen und mit zunehmendem Verbrauche von Sauerstoffgas die Lebenswärme dieser Thiere, wie beim Menschen, zunimmt. Je niedriger die Tem-

peratur dieser Thiere, desto tiefer ist der Winterschlaf, und umgekehrt; das Thermometer zeigt daher diese beiden Zustände gleichzeitig an. Schwerlich werden Sie genauere Beweise fordern, daß die Lebenswärme eine Folge des Athmens und mithin eine Folge der Verzehrung des Kohlenstoffs im Blute durch den Sauerstoff ist? —

Die Kohlenstoffmenge, welche der Mensch und die Thiere beim Athmen verlieren, erhalten sie wieder durch die Nahrungsmittel. Durch dieselben müssen daher dem Menschen (im Alter zwischen 20 und 40 Jahren) in 24 Stunden 20 Loth Kohlenstoff zugeführt werden, wenn dieser Verlust wieder gedeckt werden soll. Nun verliert er aber außerdem Kohlenstoff durch die Excremente, durch den Schweiß u. s. w.; er muß daher mehr als 20 Loth Kohlenstoff in den Nahrungsmitteln zu sich nehmen.

Professor v. Liebig fand, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich $27\frac{8}{10}$ Loth Kohlenstoff verbraucht. Diese Zahl erhielt er, indem er die Menge der Nahrungsmittel bestimmte, welche 836 Mann casernirter Soldaten durchschnittlich verbrauchten, und indem er den Kohlenstoff in diesen Nahrungsmitteln durch eine chemische Analyse ermittelte. Jene $27\frac{8}{10}$ Loth Kohlenstoff entweichen aus dem Blute in den Lungen und aus der Haut als Kohlensäuregas; denn der Kohlenstoff, welcher durch den Urin und durch die Excremente fortgeführt wird, war bereits in Abzug gebracht worden.

Nach den angeführten Versuchen französischer Chemiker, entweichen von diesen $27\frac{8}{10}$ Loth Kohlenstoff 20 Loth durch die Lungen und $7\frac{8}{10}$ Loth durch die Haut. Sie sehen aber wohl ein, daß ganz genaue Berechnungen nicht angestellt werden können, indem die Menge der Nahrungsmittel und des ausgeathmeten Kohlenstoffs bei verschiedenen Menschen sehr verschieden ist.

Das durch das Athmen aufgenommene Sauerstoffgas wird nicht bloß zur langsamen Verbrennung des Kohlenstoffs im Blute verwendet; sondern ein Theil des Wasserstoffs im Blute verbrennt auf gleiche Weise und wird als Wasser beim Ausathmen fortgeführt; denn das Wasser ist nichts anderes, als ein Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff. Im Zustande der Gesundheit wird der aus dem Körper ausgeschiedene Kohlenstoff und Wasserstoff durch die Nahrungsmittel wieder ersetzt. Die Menge der Nahrung, welche der thierische Körper zu seiner Erhaltung bedarf, steht demnach in geradem Verhältnisse zu der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs.

Je mehr also ein Mensch in einer gewissen Zeit Sauerstoff aufnimmt, desto mehr wird von der aufgenommenen Nahrung verzehrt. Je schneller er athmet, desto mehr nimmt er Sauerstoff auf, und desto mehr fühlt er das Bedürfniß, neue Nahrung zu sich zu nehmen. Daher nehmen Kinder, welche schneller athmen, häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich, als Erwachsene.

Ein Vogel stirbt bei mangelnder Nahrung den

dritten Tag. Eine Schlange, welche äußerst wenig Sauerstoffgas verzehrt, lebt 3 Monate und länger ohne Nahrung. Ein Murmelthier, das während des Winterschlafs ebenfalls äußerst wenig Sauerstoffgas verzehrt, bringt 7 Monate ohne Nahrung zu.

Da wir in der Ruhe weniger Athemzüge thun, als in der Bewegung und bei der Arbeit: so bedürfen wir auch in jenem Falle weniger Nahrung, als in diesem. Daher sind Ueberfluß von Nahrung und Mangel an Bewegung eben so unverträglich mit einander, als schwache Verdauung und Schwächung der Kräfte durch starke Bewegung. Menschen, welche ein unthätiges Leben führen, aber viele und nahrhafte Speisen zu sich nehmen, schaden ihrer Gesundheit; denn es häuft sich in ihrem Blute zu viel Kohlenstoff an, der nicht durch das Athmen fortgeführt wird. Darum sind Menschen, welche ein sitzendes Leben führen, immer am Schreibtische zubringen, und doch viel essen, häufig sehr leidend, und darum ist es für sie eine Lebensbedingung, sich durch Spaziergänge oder auf andere Weise Bewegung zu machen.

Sie wissen, daß die Wärme alle Körper und die Luft am meisten ausdehnt. Von Null Grad bis zu 20° R. dehnt sich z. B. die Luft um $\frac{1}{14}$ ihres Raumumfanges (Volumen) aus: d. h. wenn eine gegebene Luftmenge bei Null Grad 14 Kubikzoll Raum einnimmt, so nimmt sie bei 20° 15 K. Z. ein. Man hat daraus schließen wollen, daß wir, wenn wir zur Sommer- und zur Winterzeit gleiche Luftquantitäten, dem Raumum-

fange nach, einathmen, zu jener Zeit eine geringere Menge Sauerstoffgas, als zu dieser dem Blute zugeführt und daher auch eine geringere Menge Kohlenstoff demselben entzogen werde. Man wollte darin die Nothwendigkeit suchen, daß wir im Winter eine größere Menge Kohlenstoff in den Speisen aufnehmen müßten, als im Sommer.

Wenn wir aber die Sache näher beleuchten, so überzeugen wir uns, daß es wenig oder gar keinen Unterschied machen kann, ob wir eiskalte oder sommerwarme Luft einathmen; denn die eingeathmete Luft nimmt sehr schnell die Wärme unsers Körpers und Blutes an, wie die ausgeathmete zeigt, welche zur Winterzeit ebenso warm, wie zur Sommerzeit ist. Da die Wärme unsers Körpers und Bluts im Sommer, wie im Winter, in der heißen, wie in der kalten Zone immer sehr nahe dieselbe bleibt: so wird die eingeathmete Luft stets auf gleiche Weise ausgedehnt, und unter übrigens gleichen Umständen wird dem Blute stets eine gleiche Menge Sauerstoffgas zugeführt.

Indeß in heißen Sommertagen haben wir bei weitem weniger Appetit, als in strenger Winterkälte; zu jener Jahreszeit fühlen wir daher weniger Bedürfniß, mit unsern Nahrungsmitteln Kohlenstoff aufzunehmen, als zu dieser. Im Sommer scheint mithin weniger Kohlenstoff durch das Athmen verloren zu gehen, als im Winter.

In der warmen Jahreszeit verlieren wir weniger von unserer Lebenswärme, als in der kalten; je weniger wir aber davon verlieren, desto weniger braucht

wieder ersetzt zu werden, und desto weniger braucht vom Kohlenstoff unsers Blutes zu verbrennen, um den Wärmeverlust wieder zu ersetzen. Es scheint daher sehr genügend erklärt, warum wir, wenn wir uns der Winterkälte aussetzen, einen größeren Appetit haben, als in den warmen Sommertagen.

Zu Gunsten dieser Ansicht hat man auch angeführt, daß die Früchte, welche der Südländer genießt, im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, dagegen Speck und Thran, womit sich der Polarländer nährt, 66 bis 80 Procent davon enthalten. Dieser, der strengen Kälte ausgesetzt, bedarf nämlich an Kohlenstoff reichere Nahrungsmittel, um, wenn wir uns des Ausdrucks bedienen dürfen, das innere Feuer mehr zu schüren, und so der Kälte zu widerstehen.

Es ist auch bekannt, daß Kälte und Hunger den Körper in kurzer Zeit aufreiben. Diese beiden Plagen waren es auch, welche den größten Theil der französischen Armee auf ihrem Rückzuge aus Rußland vernichtet hatten. Hätte es ihr nicht an Lebensmittel gefehlt, so würde sie auch gewiß die Kälte leichter ertragen haben; denn je mehr wir hungern, desto mehr frieren wir. Nahrungsmittel, reich an Kohlenstoff und Wasserstoff, wie Speck und andere fette Speisen, liefern den wirksamsten Schutz gegen die Kälte. Je wärmer wir uns kleiden, desto weniger fühlen wir Bedürfniß zu essen; denn je weniger wir Wärme nach außen verlieren, desto weniger brauchen wir Ersatz durch Nahrung zu suchen. Der Indianer, welcher nackt geht, der Sa-

mojede, der sich beim Jagen und Fischen einer großen Kälte aussetzt, verzehrt ein halbes Kalb und dazu ein Dutzend Talglichter. Eben so sind die Raubthiere der kalten Zone bei weitem gefräßiger, als die, welche den heißen Erdstrich bewohnen.

Die Menge der Nahrungsmittel richtet sich also nach der Zahl der Athemzüge, und nach der Wärme, welche wir nach außen verlieren. Menschen, welche anstrengende körperliche Arbeiten in kalten Ländern, oder bei strenger Winterkälte verrichten, und dabei noch stark schwitzen, nehmen daher mehr Nahrung zu sich, als Bewohner der heißen Zonen, welche ein träges, unthätiges Leben führen. Jene können sich eben so wenig mit der geringeren Kost der letzteren begnügen, als diese die größere Nahrung jener vertragen. Ohne der Gesundheit zu schaden, kann weder der thätige Nordländer mehr Kohlenstoff und Wasserstoff ausathmen, als er in seiner Kost zu sich nimmt, noch der unthätige Südländer mehr Kohlenstoff und Wasserstoff in seiner Kost aufnehmen, als er ausathmet. Daher muß denn auch der Nordländer, wenn er in wärmere Gegenden kommt, seine Kost vermindern, und der Südländer, wenn er sich in nördliche Gegenden übersiedelt, vermehren.

Wie selten würde der Mensch das richtige Maaß seiner Nahrungsmittel treffen, wenn nicht eine weise Vorsehung ihm den Hunger, und nach Befriedigung desselben, einen Widerwillen, ja Eckel gegen Speisen verliehen hätte. Der Befriedigung des Hungers folgen alle Menschen, wenn nicht Mangel an Nahrungs-

mitteln sie daran verhindert; aber nicht immer hören sie auf zu essen, wenn der Hunger gestillt ist. Doch sündigt in dieser Beziehung der Unvermögende, welcher sich von einfacher Kost nährt, in der Regel bei weitem weniger, als der Reiche, der gewohnt ist, eine Mannichfaltigkeit von Speisen zu sich zu nehmen. Bei jenem hört der Reiz zu essen früher auf, als bei diesem, der ihn durch den Wechsel der Speisen lange erhält. Es sind die bekannten Kunstgriffe der Köche, durch wechselnde, saure und süße, fette und magere und namentlich durch gewürzhafte Speisen den Appetit der Gäste rege zu erhalten. Daher sind auch die Reichen gewöhnlich mehr Krankheiten, welche von der Unmäßigkeit bei Tische herrühren, ausgesetzt, als die, welche auf eine einfache Kost beschränkt sind. Wenn diese auch bei besondern Gelegenheiten des Guten sehr leicht zu viel thun, so spüren sie davon die Folgen in geringerem Maaße, da sie in der Regel ein körperlich thätigeres Leben als jene führen, und die all zu große Menge des aufgenommenen Kohlenstoffs und Wasserstoffs durch einen lebhafteren Athmungsproceß wieder fortschaffen. Man kann wohl behaupten, daß mehr Menschen an übermäßiger Nahrung, als an Hunger sterben, wie auch mehr im Weine als im Wasser ertrinken.

Der Arzt sendet seine Patienten, welche an schwacher Brust, oder an kranken Verdauungswerkzeugen leiden, in wärmere Himmelsstriche. Beide Uebel vermindern sich im wärmeren Klima. Hier athmen sie weniger, als in kälteren Gegenden, und die schwache Brust,

welche durch häufiges Athmen mehr angestrengt wird, leidet weniger. Die schwachen Verdauungswerkzeuge, welche die größere Menge der im kälteren Klima aufgenommenen Speisen nicht in Blut umwandeln können, erholen sich, weil sie sich in der wärmern Luft, in der weniger Kohlenstoff und Wasserstoff verbraucht wird, weniger anzustrengen brauchen.

Menschen, welche eine sitzende Lebensart, und dabei einen guten Tisch führen, fühlen das Bedürfniß sich zu bewegen und sich abzukühlen, weil durch beides ein lebhafteres Athmen hervorgerufen und mehr von dem zu viel aufgenommenen Kohlenstoff und Wasserstoff ausgeschieden wird. Der am Schreibpult und im warmen Zimmer unbeweglich Sitzende athmet nur schwach. In demselben Verhältnisse, als sich seine Geistesthätigkeit vermehrt, vermindert sich die Thätigkeit seines Körpers; denn Seele und Körper stehen in so naher Wechselwirkung, daß die Wirksamkeit der ersteren sich nur auf Kosten des letzteren erheben kann. Begiebt er sich in das Freie, macht er anstrengende Märsche, besteigt er Berge, geht er auf die Jagd, setzt er sich der kalten Luft aus: so mindert sich seine Geistesthätigkeit, der Athmungsproceß steigert sich, und das, was er an Kohlenstoff und Wasserstoff an seiner wohlbesetzten Tafel zu viel aufgenommen hat, wird wieder verbraucht.

Der körperlich thätige Arbeitsmann kann es oft nicht begreifen, warum der Stubensitzer sich nach körperlicher Anstrengung sehnt, und beneidet ihn nicht selten, wenn er sich durch Spaziergänge, durch Jagd, durch

Reiten u. s. w. zu belustigen scheint. Dem letzteren sind aber körperliche Bewegungen eben so nöthig, um das nöthige Gleichgewicht wieder herzustellen, als dem ersteren die Ruhe nach vollbrachter körperlicher Arbeit.

Es ist eine verkehrte Lebensordnung, wenn derjenige, welcher viel am Schreibpult zu arbeiten hat, den Verlust seiner Kräfte durch reichliche Nahrung wieder zu ersetzen sucht. Dadurch schadet er sich nur. Je mehr er zu arbeiten, je mehr er den Geist anzustrengen hat, desto mehr muß er sich in seinen Nahrungsmitteln mäßigen.

Selbst ohne vermehrte Bewegung zwingt uns der Aufenthalt in freier Luft mehr wie gewöhnlich zu essen. Je schneller wir uns, selbst ohne eigene Anstrengung, durch die Luft bewegen, wie auf dem Pferde, auf Dampfschiffen, auf Eisenbahnen, desto mehr verlieren wir Wärme, desto mehr beschleunigt sich das Athmen, und desto mehr wächst unser Appetit.

Haben wir viel gegessen und viele geistige Getränke zu uns genommen: so fühlen wir das Bedürfniß nach kaltem Wasser. Es ist nicht bloß die Verdünnung der genossenen Speisen und Getränke, sondern auch die dadurch bewirkte Abkühlung, welche unsere Natur fordert. Denn je mehr wir genießen, desto mehr muß verdauet werden, und desto mehr wird in unserm Körper Wärme erregt, da durch die Verdauung, wie durch jeden chemischen Proceß, welcher in uns vor sich geht, Wärme entwickelt wird. Der Athmungsproceß steigert

sich, um der Abkühlung durch Wasser entgegen zu wirken, und der zu viel aufgenommene Kohlenstoff und Wasserstoff wird ausgeschieden. Daher vermehren große Quantitäten getrunkenen kalten Wassers den Appetit; denn auf Kosten der innern Wärme wird es bis zu 30° erwärmt und geht mit dieser Wärme wieder ab. Daher rufen auch kalte Flußbäder Appetit hervor; denn die Wärme, welche dem Körper von außen entzogen wird, ersetzt sich wieder von innen.

Starkes und anhaltendes Sprechen und Singen, das Schreien der Kinder u. s. w. vermehren den Appetit, weil dadurch das Athmen schneller wird, und mehr Wärme verloren geht. So essen wir auch mehr bei lebhafter Unterhaltung in Tischgesellschaften, als wenn wir unser Mahl allein zu uns nehmen.

In der Regel können wir Mittags mehr Speise zu uns nehmen, als Abends. Eine kleine Unmäßigkeit an der Tafel hat wenigstens zu jener Zeit weniger nachtheilige Folgen, als zu dieser. Nach dem Mittagessen haben wir Gelegenheit uns zu bewegen, sei es durch körperliche Arbeit oder durch Spazierengehen u. s. w. Der dadurch vermehrte Athmungsproceß führt den Ueberfluß an Speisen wieder fort. Legen wir uns aber bald nach dem Abendessen schlafen, so geht in der Ruhe, im warmen Bette, das Athmen langsamer von Statten, und der Speiseüberfluß wird in geringerem Maaße durch dasselbe fortgeführt. Daher müssen sich diejenigen, welche eine sitzende Lebensart führen, und deren Verdauungsfähigkeit dadurch gestört worden ist, einer

besondern Diät befleißigen, damit sie dem Körper nicht mehr zuführen, als er vertragen kann. Besonders haben sie sich allzu nahrhafter Speisen, d. h. solcher zu enthalten, welche vielen Kohlenstoff und Wasserstoff dem Körper zuführen. Dahin gehören Fleischspeisen, Fett, nahrhafte Gemüse u. s. w.

Die Thiere, namentlich unsere Hausthiere, welche mehr im Naturzustande leben, und, sich selbst überlassen, dem was die Natur fordert, mehr Folge leisten, als wir: pflegen unmittelbar nach dem Essen eine Zeit lang zu ruhen. Dieß scheint dem, was vorhin bemerkt wurde, zu widersprechen. Allein die unmittelbar auf das Essen folgende Verdauung geht in der Ruhe besser, als in der Bewegung von Statten. Ist aber die Verdauung beendigt, gehen die aufgenommenen Nahrungsmittel ins Blut über: so ist ein lebhafterer Athmungsproceß nöthig, um die nöthigen Ausscheidungen wieder zu bewirken. Daher gereicht es namentlich denjenigen, welche eine sitzende Lebensart führen, und sich geistig anstrengen, gewiß nicht zum Nachtheile, wenn sie unmittelbar nach dem Mittagsessen eine kurze Zeit ruhen, selbst schlafen; denn indem der Geist ruht, gehen die körperlichen Verrichtungen leicht von statten. Aber nach einer kurzen Ruhe wirkt Bewegung und mäßige körperliche Anstrengung wohlthätig auf sie ein.

Der Arzt schreibt dem Patienten, welcher das Zimmer oder das Bett hüten muß, eine strenge Diät, wenige und wenig nahrhafte Lebensmittel vor. Leidet der Patient auch nicht an Verdauungs-Beschwerden, ist

sein Magen gesund: so darf doch nicht die gesunkene Lebenskraft durch Verarbeitung zu vieler Nahrungsmittel getheilt, sondern sie muß verwendet werden, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Dazu kommt, daß bei mangelnder Bewegung, in der Stuben- oder Bettwärme das Athmen schwächer von Statten geht, und der zu viel aufgenommene Kohlenstoff und Wasserstoff nicht abgeschieden werden. Der Arzt verordnet leichte Speisen, welche wenig von diesen elementaren Stoffen enthalten, wie gekochtes Obst, dünne Brühen und Suppen, und verbietet Fleisch, Fett und andere substanziöse Speisen. So müssen sich selbst diejenigen Patienten, deren innere Organe ganz gesund sind, die nur an äußeren Beschädigungen, an Arm- und Beinbrüchen leiden, nahrhafter Speisen, welche außerdem das Fieber steigern, so lange enthalten, als sie in der Ruhe zu verharren gezwungen sind. In manchen Krankheiten erzeugen sich Stoffe, die nicht tauglich sind zur Assimilation, d. h. nicht in die Substanz des Körpers übergehen können. Durch bloße Enthaltung von Speisen werden sie aus dem Körper ausgeschieden, indem ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoffe der Luft entweichen.

Fehlt den Menschen und Thieren, bei übrigens gutem Gesundheitszustande, die Nahrung, und bleibt der Athmungsproceß ungeändert: so muß sich die Menge des Kohlenstoffs und Wasserstoffs ununterbrochen vermindern. Das Fett verschwindet. Es findet sich weder in den Excrementen noch im Urin: sein Kohlenstoff und Wasserstoff werden durch den eingeathmeten

Sauerstoff fortgeführt. Ein Kranker, der nicht schlingen konnte, verlor während eines Monats über 100 Pfund an seinem Gewichte. Ein fettes Schwein, welches durch einen Bergsturz verschüttet worden, und 160 Tage ohne Nahrung lebte, hatte über 120 Pfund an Gewicht verloren.

Die Winterschläfer halten, wie Sie gesehen haben, noch bei weitem länger ohne Nahrung aus. Bei ihnen geht aber auch das Athmen äußerst sparsam von Statten; sie verlieren daher bei weitem weniger von ihrem Kohlenstoffe und Wasserstoffe, als Thiere, bei denen während der mangelnden Nahrung der Athmungsproceß unverändert bleibt. Gleichwohl nehmen sie während ihres Winterschlafes mehr oder weniger ab. Die Murmelthiere sind im Herbste sehr fett; im Frühjahre dagegen, wenn sie ihre Löcher verlassen, außerordentlich mager. Ein Murmelthier, das am 29. Februar 1468 Grammen Gewicht hatte, und eingeschlafen war, hatte bis zum 12. April 90 Grammen an Gewicht verloren. Zwei Fledermäuse hatten während eines 21tägigen Winterschlafs ungefähr $\frac{1}{32}$ ihres Gewichts verloren. Die Eichelmaus ist im Herbste fett, im Frühjahre mager. Sie sammelt Wintervorrath ein, und das Bedürfniß der Nahrung erweckt sie von Zeit zu Zeit. Ist ihr Vorrath aufgezehrt, so stirbt sie in ihrem Loche, wenn sie ihn nicht erneuern kann.

Bei dem Eintritte des Winters ist der Bär, der im Freien lebt, außerordentlich fett, und bringt mehrere Tage in gänzlicher Unthätigkeit zu, ohne selbst Nahrung

zu nehmen. Im Februar, wenn noch alle Berge mit Schnee bedeckt sind, steigt er in die Thäler herab, um Wurzeln, Birken- und Pappel-Knospen zu verzehren. Auch findet man ihn dann oft bei Ameisenhaufen, die er begierig verschlingt. Diese erregend wirkenden Nahrungsmittel scheinen ihm nothwendig zu sein, um die Verdauungswege, die durch ein mehrwöchentliches Fasten geschwächt sind, zu stärken. Da die Bären sehr fett sind, wenn sie sich im Winter in ihr Lager verbergen, daselbst unbeweglich bleiben, und wahrscheinlich den größten Theil der Zeit verschlafen, auch bei ihrem dicken Pelze nur wenig durch Ausdünstung verlieren: so läßt das Fett, womit sie beladen sind, ihnen eine lange Enthaltsamkeit ertragen. Ist dieses Fett verzehrt, so fühlen sie Bedürfniß nach neuer Nahrung und verlassen ihre Schlupfwinkel.

Vom Dachse gilt das Sprüchwort, daß er von seinem Fette lebe. Bei uns verläßt er im Winter sein Loch so gut, als im Sommer, um Nahrung zu suchen, und wenn Schnee liegt, sieht man um sein Loch seine Färthe. Gewöhnlich schläft er dann die Nacht und drei Viertel des Tages über, und bleibt daher so fett, daß er dadurch oft am Laufen verhindert wird. Auch kann er leicht Hunger ertragen, und bleibt während der Schneezeit, wie der Bär, mehrere Tage lang ohne Nahrung.

So hat denn die Vorsehung es weise angeordnet, daß diejenigen Thiere, welche im Winter keine Nahrungsmittel finden, zur Sommerzeit sehr fett werden,

um davon zur Winterzeit zu leben. Damit aber auch dieses Fett hinreiche, hat sie diese Thiere zur Unthätigkeit, zum Schlafe in dieser Jahreszeit bestimmt, sie hat ihren Lebensproceß so sehr beschränkt, daß er sich nur eben noch erhält, um beim Eintritte der warmen Jahreszeit vollkommen wieder angefacht zu werden. Nur dadurch wird dieß erreicht, daß der Athmungsproceß sich fast bis zum Verschwinden vermindert. Er ist mit einem unter der Asche glimmenden, schwachen Feuer zu vergleichen.

Durch Versuche hat man gefunden, daß bei den Fleischfressern 2 bis 5 Mal so viel Wasserstoff, wie bei den Pflanzenfressern durch das Athmen abgeschieden wird. Dieß rührt davon her, daß die Fleischfresser Nahrung zu sich nehmen, welche reicher ist an Wasserstoff, als die der Pflanzenfresser: nämlich Fett.

Bei Hungernden verschwindet nicht bloß das Fett, sondern nach und nach alle auflöslichen festen Stoffe. In dem abgezehrten Körper der Verhungerten sind die Muskeln dünn und mürbe, und ohne Spannkraft. Zuletzt werden auch die Bestandtheile des Gehirns durch den atmosphärischen Sauerstoff abgeschieden: es erfolgt Wahnsinn und der Tod.

Wenn in Krankheiten die Stoffe zur Unterhaltung des Athmens fehlen, wenn die Organe des Kranken nicht mehr fähig sind, die genossenen Speisen in Blut umzuwandeln, damit sich ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoffe der Luft verbinden können: so wird die Substanz der Organe selbst, das Fett, das Gehirn,

die Muskeln und die Nerven dazu verwendet. Die eigentliche Ursache des Todes ist in diesen Fällen der Athmungsproceß, die Einwirkung der Atmosphäre auf den Körper. Die Flamme geht aus, wie Liebig, der in neuester Zeit diese Verhältnisse treffend auseinander gesetzt hat, sagt, weil das Oel verzehrt ist; und es ist der Sauerstoff der Luft, der es verzehrt hat. Wenn Sie später den Verbrennungsproceß kennen lernen, so werden Sie diesen Vergleich ganz richtig finden.

Schwere und Wärme, diese beiden Urkräfte, deren Wirkungen sich in allen Erscheinungen in der unorganischen, wie in der organischen Natur zeigen, sind es, ohne welche kein Erdkörper, keine Bewegung, kein Leben gedacht werden kann. Beide Kräfte sind keineswegs bloß ein Eigenthum des Planeten, welchen wir bewohnen; sondern sie sind gewiß ebenso auf anderen, ja wahrscheinlich auf den unzähligen Sternen des Firmaments wirksam. Wie unsere Erde, so empfangen auch die übrigen Planeten unsers Sonnensystems Wärme und Licht von der Sonne. Wie unsere Erde durch die Schwerkraft zusammengehalten, wie sie durch die Anziehungskraft der Sonne, welche wir die allgemeine Schwere oder Gravitation nennen, in ihrer Bahn um diesen Centralkörper erhalten wird: so ist es auch bei den andern Planeten.

Eine Substanz oder Kraft wie die Wärme, welche im ganzen Weltenraume zerstreut ist, welche auf, in und über der Erde die wichtigste Rolle spielt, darf nicht durch eine andere Kraft in ihrer Wirksamkeit ge-

hemmt werden. Während daher alle Stoffe auf der Erde, selbst die feinsten, wie die Luftarten, der Schwere gehorchen, kann die Wärme von dieser Kraft nicht abhängig sein. Sie verbreitet sich frei und unabhängig von der Schwere nach allen Richtungen hin, sie gehorcht bloß ihren eigenen Gesetzen. Könnte sie durch die Schwere zurückgehalten werden: so würde sie sich eben so wenig von der Sonne, wie von unserer Erde entfernen; denn die Schwerkraft wirkt auf der Sonne, wie auf unserer Erde. Während seit der Schöpfung auch noch nicht ein einziges Stäubchen oder Wassertröpfchen oder Luftbläschen von unserer Erde gewichen ist, hat diese, damals wahrscheinlich feurige Kugel, den größten Theil ihrer Wärme bis zu bedeutenden Tiefen verloren, und noch immer zerstreut sich die, welche die Sonne ihr sendet, in den Weltenraum.

Wenn die Wärme der Schwerkraft nicht gehorcht, so kann sie nicht das Gewicht irgend eines irdischen Körpers vermehren, wenn er auch noch so viel aufnimmt von ihr. Man hat Kugeln im kalten und glühenden Zustande gewogen und ein unveränderliches Gewicht gefunden. Eben deshalb zählt man die Wärme, wie das Licht, die Elektricität und den Magnetismus zu den Imponderabilien oder unwägbaren Substanzen.

Was die Wärme eigentlich sei, ob eine überaus feine Materie, oder eine bloße Kraft, wie die Schwerkraft, wissen wir, wie gesagt, nicht, und dieß wird in unserem irdischen Leben uns wohl stets verborgen blei-

ben. Verstehen wir unter Materie das, was schwer ist: so kann die Wärme keine Materie sein; denn sie ist nicht schwer. Verstehen wir aber unter Materie alles das, was einen Eindruck auf unsere Sinne macht: so ist die Wärme allerdings eine Materie; denn sie wird nicht nur durch unser Gefühl wahrgenommen, sondern wir nehmen auch die Veränderungen wahr, welche sie, in größerer oder geringerer Menge in Körpern angehäuft, hervorbringt. Wir sehen, wie das Quecksilber im Thermometer sich ausdehnt oder steigt, wenn die Wärme zunimmt, wie gläserne Gefäße, wenn sie plötzlich erhitzt, oder abgekühlt werden, zerspringen, wie Eis in der Wärme schmilzt und zu Wasser wird, wie dieses, wenn es gekocht wird, in den unsichtbaren luftförmigen Zustand übergeht, wie Metalle, wenn sie erhitzt werden, schmelzen und dann oft leuchtend werden u. s. w. Ja verspüren wir nicht allzu vernehmlich die Wirkungen an unserem eigenen Körper, wenn wir die Wärme zum Theil verlieren, wenn wir uns erkälten? — Folgen dann nicht, wie ich in meinem vorigen Briefe aus einander gesetzt habe, Schnupfen, Catarrh und andere Krankheiten, und selbst der Tod? — Wie unbehaglich ist es auf der andern Seite, wenn wir uns starker Hitze aussetzen müssen? — Kann nicht auch das Uebermaaß von Wärme uns tödten? —

Freilich könnte man mit demselben Rechte auch die Schwere für eine feine Materie halten; denn die Wirkungen derselben können wir ebenfalls deutlich mit unsern Sinnen wahrnehmen. Wir sehen, wie ein Stein

niederfällt, wir müssen mehr oder weniger Kraft anwenden, um Körper der Schwere entgegen zu bewegen, oder sie aufzuheben.

Wollte man indeß die Schwere für eine Materie halten: so würde man eine Eigenschaft der Materie mit der Materie selbst verwechseln. Mit gleichem Rechte könnte man dann für jede Eigenschaft der Materie, z. B. für Durchsichtigkeit, Glanz, Elasticität, Geschmack, Geruch u. s. w. besondere Materien annehmen.

Könnte man aber nicht auch die Wärme bloß für eine Eigenschaft der Materie halten, da kein Körper völlig frei von Wärme ist? (sechster Brief S. 130.) Mit dieser Vorstellung läßt sich nur der Umstand nicht vereinigen, daß man die Wärme in einem Körper nach Gefallen vermehren oder vermindern kann; denn Eigenschaften können nicht so zu- oder fortgeführt werden, wie die Wärme, obwohl durch deren Zu- oder Fortführung die Eigenschaften der Körper sich verändern können.

So wie sich wägbare Stoffe mit einander, so scheinen sie sich auch mit der Wärme zu verbinden. Es finden hierbei sogar bestimmte Verhältnisse statt. Ein Pfund Eis fordert eine bestimmte Quantität Wärme, um zu schmelzen, und das erhaltene Wasser fordert wieder eine bestimmte Menge Wärme, um durch Sieden zu verdampfen.

Diese Erscheinungen der Wärme haben nichts gemein mit denen der Schwere. Will man die Wärme bloß für eine Kraft halten: so müßte sie wenigstens ganz verschieden von der Kraft der Schwere sein.

Lassen wir auf einen vollkommen polirten, ebenen Metallspiegel das Sonnenlicht fallen: so erhöht sich seine Temperatur nicht über die der umgebenden Luft. Das auf den Spiegel fallende Sonnenlicht wird von demselben zurückgeworfen und verändert die Richtung seines Laufes. Wird die Oberfläche des Spiegels mit Lampenruß ganz dünn bedeckt, so wirft der Spiegel das Sonnenlicht nicht mehr zurück. Dieses verschwindet gänzlich, hört auf Licht zu sein, aber der Spiegel wird warm, selbst brennend heiß, wenn die Luft klar ist, und die Sonne hoch am Himmel steht. Er würde noch heißer werden, wenn nicht die umgebende Luft die meiste Wärme wegführte. Wir müssen fragen; wohin ist das Licht gekommen? — woher kommt die Wärme? — ist das Licht in Wärme umgewandelt worden? —

In der unendlichen Verbreitung der Wärme scheint der Beweis zu liegen, daß sie eine Ursubstanz oder eine Urkraft sei, welche die Existenz aller Materie bedingt. Je unentbehrlicher eine Substanz auf Erden ist, in desto größerer Menge hat die Allmacht sie erschaffen Das unentbehrliche Wasser, das Eisen u. s. w. gehören zu den verbreitesten, die leichter entbehrlichen edlen Metalle zu den seltensten Stoffen.

Sie sehen, wir können uns von der Natur der Wärme keine richtigen Vorstellungen machen. Wir müssen uns damit begnügen, ihre Wirkungen und die Gesetze, wonach sie erfolgen, kennen zu lernen, ohne aber nach ihren Ursachen zu fragen. Wir sehen hier, wie in so vielen Fällen, daß etwas geschieht, ohne aber zu

wissen, wie und warum es geschieht. Von wenigen Arzneimitteln kennen wir z. B. ihre Wirkungsart; wir müssen uns begnügen zu wissen, daß sie sich in dieser oder jener Krankheit als heilsam erweisen, und wenden sie, wenn wir die Krankheit richtig erkannt haben, mit gutem Erfolge an.

Treffend drückt unsere Sprache die höheren Beziehungen der Wärme zu unserm geistigen Leben aus. Glücklich derjenige, welcher für die Wissenschaft, für eine gute Sache, für das Heil der Menschheit erwärmt werden kann. Wohl dem, der durch die Macht der Rede und des Unterrichts, der durch seine Hingebung, durch sein Beispiel seine Nebenmenschen zu erwärmen im Stande ist.

Drei und zwanzigster Brief.

Sie drückten in Ihrem letzten Briefe Ihre Verwunderung aus, wie ich, der Ungläubige, mich entschließen konnte, eine Kaltwasser-Anstalt zu besuchen.

Eine mir sehr theure Erinnerung, ein Arzt, der mich vor 35 Jahren von einer schweren Krankheit heilte, der mir zugleich Lehrer und Freund war, legte kurz vor seinem Tode in vertraulichem Gespräche ein ärztliches Glaubensbekenntniß ab, welches meinen Entschluß rechtfertigen wird. Sollten Sie, sagte er zu mir, je wieder erkranken, so consultiren Sie, wenn es die Umstände gestatten, drei Aerzte und vergleichen ihre Recepte. Stimmen dieselben mit einander überein, so können Sie, sofern menschliche Hülfe möglich ist, überzeugt sein, daß Ihnen geholfen werde. Stimmen sie aber nicht mit einander, so folgen Sie keinem dieser Aerzte; denn im günstigsten Falle könnte doch nur einer von ihnen die Krankheit richtig erkannt haben; welcher aber, würde nicht zu entscheiden sein. Seit dem Tode dieses vortrefflichen Mannes, dessen Andenken ich

so lange bewahre, als ich mich meines irdischen Daseins erfreuen werde, bin ich nie so ernstlich krank gewesen, daß ich Veranlassung gehabt hätte, von jenem wohlmeinenden Rathe Gebrauch zu machen.

Aber in Folge einer bedeutenden Erkältung, die ich mir vor einigen Jahren auf dem Riesengebirge und in Böhmen kurz hinter einander zugezogen hatte, litt ich seitdem an einer Hautempfindlichkeit, welche mich in meinem Thun und Treiben vielfach störte und mir im verflossenen Sommer sehr lästig wurde.

Bald wurde mir ein warmes, bald dieses, bald jenes Bad, bald ein Seebad, bald andere Mittel angerathen. Drei Aerzte aber, die ich nach und nach consultirte, stimmten in ihrem Rathe überein: sie empfahlen mir den Besuch einer Kaltwasser-Anstalt. Getreu jenem Rathe meines verewigten Freundes, zauderte ich nicht einen Augenblick und schickte mich zum Besuche einer solchen Anstalt an.

Ich würde Anstand genommen haben, Sie mit solchen, mich betreffenden Dingen zu behelligen, wenn ich mich nicht gleichsam hätte rechtfertigen müssen wegen der Wahl einer Cur, zu der ich früher kein großes Vertrauen hatte.

Sie sind so freundlich, Sich nach dem Erfolge dieser Cur zu erkundigen, und befragen mich um ein Urtheil über diese, in neuerer Zeit in Aufnahme gekommene Heilart.

Göthe sagt: „der Geist der Medicin ist leicht zu fassen; Ihr durchstudirt die groß, und kleine Welt."

Ich habe meine eigene kleine Welt so viel wie möglich zu studiren gesucht; denn wer gewohnt ist, selbst zu experimentiren, kann sich nicht ganz passiv verhalten, wenn er der Gegenstand des Experiments wird; er sucht sich vor allem das Princip der Heilmethode, welcher er unterzogen wird, klar zu machen. Der Chemiker und Physiker ist dazu um so mehr aufgefordert, da ein Wechsel zwischen Wärme und Kälte mit Hülfe kalten Wassers das Wesentliche in der Cur ist, und da diese Agentien und ihre Wirkungen ganz in das Gebiet seiner Wissenschaften gehören. Ich muß indeß etwas weiter ausholen, wenn ich meine Ansichten über dieses Heilverfahren entwickeln soll, und werde mich hierbei auf Verhältnisse des menschlichen Körpers beziehen, wovon ich schon im zwanzigsten Briefe (S. 87 ff.) gesprochen habe.

In unserer gemäßigten Zone erreicht das Medium, in dem wir leben, die Luft, nur äußerst selten, während sehr warmer Sommer, die Temperatur unsers Körpers, welche durchschnittlich $29\frac{1}{2}$° R. ist. Auf diese thierische Wärme hat die Temperatur der umgebenden Luft, sei es Winter oder Sommer, nur einen unbedeutenden Einfluß. Ist diese Temperatur sehr hoch, etwa 26° R., so kann die innere Wärme bis auf 31° R. steigen, sie ist aber dann begleitet von einem Unbehagen im ganzen Körper, von einem Gefühle von Kraftlosigkeit und von Sehnsucht nach Ruhe. Dieß gilt vollkommen gleich für die Eingebornen der warmen wie der kältern Klimate.

Man hat in Demerary, unter 6° nördlicher Breite, die mittlere Wärme von 60 erwachsenen Personen bestimmt und sie 30° R., gerade wie in England gefunden. Bei zwei eben aus England angekommenen Personen war sie $28\frac{1}{2}$°; bei zwölf länger dort anwesenden Weißen ebenfalls $28\frac{1}{2}$°; bei zwölf kürzlich angekommenen Negern von der Goldküste $29\frac{1}{10}$°; bei zwölf länger dort anwesenden Negern $28\frac{3}{5}$°; bei zwölf Creolen $29\frac{2}{5}$°. Auch die bei Aethiopiern und Hindus gefundene Wärme weicht von der der Europäer nicht merklich ab.

Auf der Corvette La Chevrette hat man in verschiedenen Breiten und Jahreszeiten Beobachtungen über die Temperatur von zwölf Personen der Schiffsmannschaft angestellt und nur Unterschiede von höchstens $\frac{2}{5}$° gefunden.

Selbst im heftigsten Schweiße steigt die Wärme des Menschen kaum über 30° und in hitzigen Krankheiten sehr selten höher, als $32\frac{2}{5}$° und nie über $33\frac{3}{5}$°.

Sie ersehen hieraus, daß in den Menschen, mögen sie in heißem oder kaltem Klima, in dieser oder jener Temperatur leben, ein Proceß der Wärme-Erzeugung stattfinden muß, welcher sehr nahe immer dasselbe Maaß von Wärme erzeugt und worauf die äußere Temperatur einen nur sehr unbedeutenden Einfluß hat, ja daß selbst in hitzigen Krankheiten dieses Maaß nur sehr wenig überschritten wird.

Wird irgend ein Theil unsers Körpers, etwa der Hals, der eben in starker Transpiration begriffen ist,

entblößt: so empfinden wir mehr oder weniger Kälte, selbst wenn die äußere Temperatur nur wenige Grade niedriger, als die unsers Körpers ist. Dieses Gefühl von Kälte rührt davon her, daß der Schweiß, so wie er der Luft ausgesetzt wird, nach und nach verdunstet. Jeder Körper aber, der verdunstet, braucht dazu Wärme. Diese Wärme wird dem entblößten Theile des Körpers entzogen, und daher das Gefühl von Kälte. So lange als der transpirirende Körper mit Kleidungsstücken bedeckt ist, findet keine oder doch nur eine beschränkte Verdunstung des Schweißes statt, und daher empfinden wir in diesem Falle keine, oder doch viel weniger Kälte, als wenn er entblößt ist. Deßhalb vermehren wir unsere Bedeckung, wir hüllen uns in einen Mantel, wenn die Verdunstung des Schweißes uns Kälte verursacht.

Kommen wir plötzlich in Zugluft, z. B. zwischen geöffnete Fenster und Thüren, so haben wir ein sehr unangenehmes Gefühl von Kälte. Es ist noch unangenehmer, wenn nur ein Theil unsers Körpers der Zugluft ausgesetzt ist. Es ist nicht die Kälte derselben an sich, sondern es ist nur die dadurch vermehrte Verdunstung, welche dieses unangenehme Gefühl verursacht.

Es ist ein bekanntes Mittel, zur Nachtzeit, wo wir weder den Zug der Wolken, noch die Windfahnen beobachten können, die Richtung der schwach bewegten Luft durch einen aufgehobenen und befeuchteten Finger wahrzunehmen. Von der Seite, an welcher wir Kälte

verspüren, kommt der Wind her; denn hier verdunstet die Feuchtigkeit am Finger mehr, als an der entgegenstehenden und verursacht daher an dieser Stelle einen höheren Grad von Verdunstungskälte, als an der andern. Bekanntlich wenden dieses Mittel die Jäger an, um sich gegen den Wind zu stellen und nicht dem Wilde ihre Gegenwart durch den Geruch verspüren zu lassen.

Stoffe, welche wir trocknen wollen, wie Wäsche, bringen wir auf einen luftigen Speicher. Das Trocknen geht nicht, oder doch nur sehr unvollkommen von Statten, wenn der Raum, in welchem die Wäsche sich befindet, geschlossen ist. Hier zeigt sich deutlich, wie durch Zugluft die Verdunstung beschleunigt wird; selbst dann, wenn dieselbe kälter, als die eingeschlossene Luft ist.

Daß es die Verdunstungs-Kälte ist, welche uns im Luftzuge so unangenehm berührt, zeigt sich, indem wir selbst dann, wenn die auf uns strömende Luft wärmer ist, als die, in welcher wir uns befinden, das Gefühl von Kälte haben.

Bringen Sie z. B. in diesen Luftzug ein Thermometer, welches nicht, wie der lebende Körper, transpirirt und sich dadurch erkältet, sondern die wahre Temperatur der bewegten Luft anzeigt: so haben Sie das Gefühl von Kälte, obgleich das Thermometer nicht im mindesten sinkt.

Umwickeln Sie dagegen die Thermometer-Kugel mit Baumwolle und befeuchten dieselbe mit Wasser: so

ahmen Sie den menschlichen Körper nach; denn nun geht in der Zugluft auch auf dem Thermometer eine vermehrte Verdunstung von Statten und das Quecksilber sinkt.

Die Erfahrung lehrt, daß partielle Erkältungen durch Zugluft auch partielles Uebelbefinden hervorrufen. Es ist nicht selten, daß der Körper von den Folgen der Erkältung weniger betroffen wird, wenn er ihr ganz und gar ausgesetzt ist. Man möchte dieß damit vergleichen, daß ein erhitztes Glas, wenn es in allen seinen Theilen gleichmäßig erkaltet, nicht zerspringt, wohl aber, wenn die Erkaltung einseitig ist.

Mit der Muttermilch haben wir das Vorurtheil aufgenommen, daß plötzliche Abkühlung des transpirirenden Körpers unter allen Umständen der Gesundheit nachtheilig sei, ja lebensgefährlich werden könne. Allerdings ist dieß der Fall, wenn wir uns durch starke körperliche Bewegung, durch Laufen, Tanzen u. s. w. bis zum Schwitzen erhitzt haben und der Schweiß auf Kosten des plötzlich in Ruhe gekommenen Körpers und etwa gar in der Zugluft verdunstet.

So lange, als wir uns stark bewegen, producirt unser Körper mehr Wärme, als zur Erhaltung seiner beständigen Temperatur erforderlich ist. Damit diese überschüssige Wärme ihm nicht nachtheilig, damit sie fortgeschafft und das Gleichgewicht nicht gestört werde, vermehrt sich die Ausdünstung. Dieser tritt aber unsere Bekleidung hindernd entgegen. Durch die Kleider kann der Schweiß nicht in dem Verhältnisse ver-

dunsten, als er erzeugt wird: er wird von dem Gewebe, von den Fasern der Wäsche aufgesogen und condensirt.

Die tägliche Erfahrung zeigt, daß bei heftigem Transpiriren alle unsere Kleider, die wir über einander tragen, vom Schweiße durchdrungen werden. Die Verdunstung dieses condensirten Schweißes fährt indeß fort; die Kleider und mit ihnen der Körper erkälten sich. Bleiben wir jedoch fortwährend in Bewegung und sinkt nicht bedeutend die äußere Temperatur, bleiben wir z. B. im Sonnenschein: so erkälten wir uns nicht, weil immer noch mehr Wärme unser Körper erzeugt, als zur Beibehaltung des Gleichgewichts erforderlich ist, und weil nur dieser Ueberschuß zur Verdunstung der Feuchtigkeit in unsern Kleidern verwendet wird. Daher geschieht es nicht selten, daß auf Fußreisen unsere Kleider während der Mittagszeit durch starke Transpiration ganz durchnäßt, gegen Abend aber nach und nach auf dem Leibe wieder trocken werden, ohne daß wir nöthig haben, die Wäsche zu wechseln, und ohne daß wir Kälte verspüren.

Arbeitsleute, wie Schreiner, Schmiede u. s. w., deren Beruf starke Leibesbewegungen fordert, entkleiden sich während ihrer Arbeit theilweise, nicht bloß um durch ihre Kleider weniger in der freien Bewegung gehindert zu sein, sondern auch, um der Verdunstung des Schweißes freien Spielraum zu lassen. Bei solchen Personen kann es geschehen, daß sie, wenn Wärme-Entwicklung und Ausdünstung in gehörigem Verhältnisse

stehen, nicht zum eigentlichen Schwitzen kommen, sondern daß aller Wärme-Ueberschuß, den sie durch ihre starke Leibesbewegung erzeugen, durch den in Dunstform entweichenden Schweiß fortgeführt wird, ohne daß dieser sich auf der Haut in Tropfen niederschlägt. Nach vollbrachter Arbeit können sie sich, mit ihren trockenen Kleidern wieder bekleidet, gänzlicher Ruhe überlassen, ohne sich im mindesten zu erkälten; denn ich bitte, Sich daran erinnern zu wollen, daß selbst starke Bewegung die Temperatur des Körpers nicht merklich erhöht, wenn die überschüssige Wärme frei durch die Ausdünstung fortgeführt wird. Sie sind also nach vollbrachter Arbeit nicht merklich wärmer, und da beim Eintritte der Ruhe die überschüssige Wärme-Entwicklung aufhört: so wird die Ausdünstung dann normal.

Wir können den Grad der Erkältung, welchen unser transpirirender Körper in Zugluft erleidet, ungefähr messen. Ueberziehen Sie die Kugel eines Thermometers mit Leinwand oder Baumwolle, stellen dieselbe in Wasser, erhitzen letzteres bis zu $29\frac{1}{2}^{0}$ d. h. bis zur Wärme unsers Körpers, nehmen Sie es hierauf aus dem Wasser, und bringen es in die Zugluft: so befindet sich dasselbe in ähnlichen Verhältnissen, wie unser Körper. Das Quecksilber wird mehr oder weniger fallen, je nachdem die Zugluft mehr oder weniger trokken ist. Je trockner nämlich die Luft, desto rascher geht die Verdunstung von Statten und desto mehr erkältet sich der verdunstende Körper. Ist die Luft voll-

kommen feucht, wie bei neblichem oder regnerischem Wetter, so findet keine Verdunstung auf der befeuchteten Thermometerkugel statt, und es entsteht also auch keine Kälte. Ebenso verhält es sich mit dem menschlichen Körper. Transpirirt derselbe und kommt er in vollkommen feuchte Luft, so erfolgt gleichfalls keine Verdunstung und mithin keine Erkältung.

Stellen Sie jenen Versuch bei heiterm, trocknem Herbstwetter an, wo das Thermometer im Sonnenscheine auf 15° R. steht: so werden Sie finden, daß ein anderes, dessen Kugel mit Wasser von 29° R. befeuchtet ist, neben jenem hängend, nach einiger Zeit bis zu 11° sinken, mithin bis zu 4° unter die Temperatur der Luft erkalten kann. Dieser niedere Stand wird so lange anhalten, als die um die Thermometerkugel gewickelte Baumwolle noch feucht bleibt. Ist sie trocken geworden, so steigt das letztere Thermometer und sein Stand kommt bald mit jenem überein.

Hieraus mögen Sie ersehen, welche bedeutende Erkältung unser Körper erleidet, wenn er, transpirirend, in die Zugluft und selbst in den Sonnenschein kommt, und wie diese Erkältung so lange anhalten muß, bis aller Schweiß verdunstet ist. Uebrigens dürfen wir nicht übersehen, daß unser Körper und nicht einmal seine Oberfläche nicht so weit abkühlen kann, als jene mit Baumwolle umwickelte Thermometerkugel; denn diese entwikkelt nicht, wie jener, durch den innern Lebensproceß Wärme. Aber so viel ist gewiß, daß die Temperatur unserer Haut unter jenen Umständen, unter die nor-

male von 29½° herabkommt, sofern nicht durch körperliche Bewegung überschüssige Wärme erzeugt wird. Je mehr unsere Kleider durch Schweiß durchnäßt waren, je mehr Zeit mithin ihr gänzliches Trocknen forderte, desto länger war die Oberfläche des Körpers einer niedrigeren Temperatur, als seine normale ist, ausgesetzt. Wie nachtheilig aber eine so lang anhaltende Erkältung auf den Körper wirkt, lehren die üblen Folgen, welche fast immer nach solcher Erkältung eintreten.

Ich erwähnte vorhin, daß die Erkältung um so bedeutender sein müsse, je trockner die Luft ist. Es ist daher einleuchtend, daß nach dem Besteigen eines hohen Berges, wobei wir in starke Transpiration kommen, der längere Aufenthalt auf der Spitze, wo stets mehr oder weniger Zugluft und zwar trockne herrscht, eine sehr bedeutende Erkältung herbeiführen könne, wenn wir uns nicht mit einem Mantel bedecken. Zeigen sich die nachtheiligen Folgen einer solchen Erkältung minder häufig, so rührt dieß wohl davon her, daß beim Herabsteigen durch die körperliche Bewegung wieder überschüssige Wärme erzeugt und dadurch das gestörte Gleichgewicht hergestellt wird.

Wie sehr der Mensch durch Bekleidung gegen Kälte geschützt wird, lehrt die tägliche Erfahrung. Bei zweckmäßiger Bekleidung kann er hohe Kältegrade ertragen. Ist er aber ohne Schutz und Bekleidung in trockner Luft einer anhaltenden Temperatur von 2° bis 5° über dem Gefrierpuncte, oder im Wasser oder in feuch-

ter Luft einer Temperatur von 5° bis 8° ausgesetzt: so erliegt sein Lebensorganismus in 6 bis 12 Stunden. Der Tod mehrerer Menschen auf einem gestrandeten Schiffe, von denen bloß eine Frau und ein Neger, die den untersten Platz im Schiffe einnehmen mußten und bis an den Hals im Wasser standen, erhalten wurden, zeigt die Wirkung einer solchen anhaltend niedern Temperatur.

Wenn bei einer bedeutenden Erkältung in kurzer Zeit der Tod erfolgt, so leuchtet ein, wie eine, geringere und kürzere Zeit anhaltende Erkältung des transpirirenden Körpers in Zugluft immer noch nachtheilig auf unsere Gesundheit wirken müsse.

Die Grönländer, Lappen und die Bewohner des östlichen Sibiriens ertragen oft im Freien eine Kälte unter dem Gefrierpuncte des Quecksilbers, welche selbst in Petersburg und Moskau nicht zu den großen Seltenheiten gehört. Capitain Parry stellte hierüber bei seinem Winteraufenthalte auf der Insel Melville interessante Beobachtungen an. Der hohen Kälte ungeachtet bewegte sich die Mannschaft täglich im Freien. Sobald aber bei verminderter Kälte der Wind wehte, litt sie mehr, als wenn bei den höchsten Kältegraden die Luft ruhig und trocken war. In letzterem Falle konnte sie leicht eine Kälte von 38° R. unter Null ertragen. Ging Jemand bei einer solchen Kälte dem geringsten Winde entgegen, so empfand er ein beißendes Gefühl im ganzen Gesichte, verbunden mit einem Schmerze mitten auf der Stirn, welcher bald sehr heftig wurde.

War Jemand dem Einflusse dieser Kälte mehrere Stunden oder einen ganzen Tag ausgesetzt, wie sich zuweilen bei Verirrungen auf der Jagd ereignete: so erzeugte dieß einen Zustand der Betäubung, welcher völlig dem der Berauschung glich, indem die auf solche Weise Afficirten irre redeten, bis sie in wärmerer Umgebung wieder hergestellt waren. Parry versichert, er würde einige Individuen in dieser Lage für berauscht gehalten haben, wenn er nicht vom Gegentheile bestimmt überzeugt gewesen wäre. Er glaubt, daß oft in ähnlichen Fällen Trunkenheit bestraft worden sei, wo es nur Betäubung durch Kälte war.

Auch in unserm Klima machen wir die Erfahrung, daß größere Kälte ohne Wind leichter, als geringere mit Wind ertragen werden kann. Hier im Rheinthale zeigt sich dieß nicht selten beim Aufhören des Frostes. Man hat z. B. heute 10° unter Null und windstilles Wetter und findet sich sehr behaglich, wenn man sich im Freien bewegt. Morgen erhebt sich ein starker Wind, das Thermometer steigt bis auf Null und man friert im Freien bei gleicher Bekleidung. Dieß ist leicht zu begreifen, wenn wir berücksichtigen, daß die Lufthülle, welche unsern Körper umgiebt, durch ihn etwas erwärmt wird, und daß diese etwas erwärmte Luft weniger Wärme von unserm Körper fortführt, als die ganz kalte. Ist aber die Luft in beständiger Bewegung, so erneuert sich jeden Augenblick diese Lufthülle, und es wird unserm Körper dadurch bei weitem mehr Wärme als in jenem Falle ent-

zogen, selbst wenn die bewegte Luft viel wärmer, als die stille ist. Dazu kommt der schon oben bemerkte Umstand, daß die Verdunstung in bewegter Luft viel schneller, als in ruhiger von Statten geht. Ist daher unsere Kleidung oder nur ein Theil derselben durch unsere Ausdünstung etwas feucht geworden, oder trifft die bewegte Luft entblößte Stellen unsers Körpers, wie das Gesicht und die Hände: so wird nicht bloß durch Ableitung, sondern auch durch Verdunstung Wärme uns entzogen.

Zwischen der Temperatur der Menschen und einer Kälte von 38°, der sie ausgesetzt sind, ist eine Differenz von $67\frac{1}{2}$°. Es ist erstaunlich, wie dennoch der Körper so viel Wärme erzeugen kann, um die durch eine so kalte Umgebung beständig fortgeleitete Wärme zu ersetzen, und wie er in einer solchen Kälte bei zweckmäßiger Bekleidung lange aushalten kann, ohne sich zu erkälten, während er so leicht erkältet wird, wenn er schwitzend in Zugluft kommt. Hier zeigt es sich recht klar, wie die Verdunstungskälte bei weitem bedeutender ist, als die durch Ableitung bewirkte. In Zugluft von 15° selbst 20°, mit durch Schweiß durchnäßten Kleidern bewegungslos sitzend erkälten wir uns, während wir bei mäßiger Bewegung in einer Kälte von 38° aushalten können, ohne uns zu erkälten. Gegen die Ableitung der Wärme durch Berührung mit kalter Luft schützen uns aber unsere Kleider, welche aus schlechten Wärmeleitern bestehen; gegen die Verdunstungskälte gewährt hingegen selbst eine mehrfache Bedeckung durch

die Bekleidung keinen vollkommenen Schutz, wie wir empfinden, wenn wir auch unsern schwitzenden Körper mit einem Mantel und dadurch mit einer Lufthülle umgeben. Es ist überflüssig zu bemerken, daß ein umgeworfener Mantel eben deßhalb, weil er eine Lufthülle einschließt, bei weitem mehr gegen Kälte schützt, als etwa ein Rock von demselben Stoffe, der aber eng an den Körper schließt. Es ist dasselbe Verhältniß, wie bei Winterfenstern. Es ist nicht die doppelte Glasscheibe, welche gegen das Eindringen der äußern Kälte schützt, sondern es ist die unbewegte Luftsäule zwischen den innern und äußern Fenstern, welche Schutz gewährt. Wären es die doppelten Glasscheiben, so würde man einfacher den Zweck erreichen, wenn man die Glasscheiben der gewöhnlichen Fenster von doppelter Glasdicke nähme.

Ich habe es als ein Vorurtheil bezeichnet, daß plötzliche Abkühlung des transpirirenden Körpers unter allen Umständen nachtheilig sei. Es ist leicht einzusehen, daß unter gewissen Umständen eine plötzliche Abkühlung, wenn sie nur nicht zu lange anhält und wenn nachher durch Reiben des Körpers und durch körperliche Bewegung der Wärmeentwicklungs-Proceß gesteigert wird, nicht schaden kann. Dieß ist im Wesentlichen das Princip der Kaltwasser-Curen.

Man wird in ein, in kaltes Wasser getauchtes und mehr oder weniger ausgewundenes Leinentuch, darauf in eine trockne, wollene Decke eingehüllt und noch mit mehreren Decken oder Betten so bedeckt, daß die

Verdunstung so viel als völlig aufgehoben ist. Nehmen wir an, die Temperatur des nassen Leinentuchs sei 8° R., so ist die Differenz zwischen unserer Wärme und der des nassen Tuchs $21\frac{5}{10}$°. Man würde irren, wenn man glauben wollte, die Temperatur der Oberfläche unsers Körpers werde durch diese Einhüllung plötzlich auf 8° herabgebracht. Directe Temperatur-Bestimmungen würden schwierig anzustellen sein; aber es läßt sich leicht schätzen, daß die Abkühlung der Oberfläche des Körpers nur sehr wenig, vielleicht nur einen Grad betragen kann, wenn man die geringe Dicke der kalten, nassen Decke gegen die viel größere unsers Körpers berücksichtigt. Je weniger nämlich die Masse des erkältenden Wassers gegen die unsers Körpers beträgt, desto weniger wird letzterer abgekühlt.

In der That, das Gefühl beim Einwickeln in ein nasses Tuch von 8° Temperatur ist auch bei weitem nicht so unangenehm, als das bei der Entblößung eines Theils unsers schwitzenden Körpers in einer Luft von 15° und selbst von noch mehreren Graden Wärme. Und so wie man nur von der wollenen Decke umgeben und vollends mit Betten bedeckt ist, so verspürt man kaum mehr das Gefühl von Kälte: zum Beweise, daß der erste etwas unangenehme Eindruck mehr von der, durch Verdunstung des Wassers im Leintuche verursachten Verdunstungskälte, als von der Berührung des kalten Tuchs herrührt.

Ist man durch die Bedeckung mit so vielen schlechten Wärmeleitern umgeben, welche die Fortführung der

Wärme und die Verdunstung fast auf nichts zurückführen: so erwärmt der Körper die feuchte Bedeckung nach und nach immer mehr, bis nach einiger Zeit das Tuch die Temperatur des Körpers angenommen hat. Es bleibt dann nur das ungewohnte Gefühl einer nassen, an den Körper anschließenden Umgebung übrig.

Wie ganz anders verhält es sich unter diesen Umständen, als bei der Entblößung eines Theils unsers transpirirenden Körpers. Hier ist schon im ersten Momente der Entblößung das Gefühl unangenehmer und es steigert sich immerfort, während dort das weniger unangenehme Gefühl im Momente der Einhüllung immer mehr verschwindet und sich völlig ausgleicht, wenn das feuchte Tuch die Temperatur des Körpers angenommen hat. Wenn man selbst im vollen Schweiße in das feuchte und 8° kalte Tuch eingehüllt wird, so kann die Abkühlung kein merklich unangenehmeres Gefühl herbeiführen, als wenn man sich im normalen Zustande befindet.

Jede ungewöhnliche Entziehung von Wärme spornt den Wärmeentwicklungs-Proceß in unserm Körper zu vermehrter Thätigkeit an. Unter jenen Umständen geschieht es aber nicht mit Erschöpfung dieser Thätigkeit, weil die Wärme zurückgehalten, und dadurch die Umgebung wärmer wird. Es läßt sich denken, daß eine solche vermehrte Thätigkeit des Wärmeentwicklungs-Processes, ohne Erschöpfung herbeizuführen, sehr wohlthätig auf den Körper wirken werde.

So wie das feuchte Tuch die Temperatur des

Körpers erreicht, beginnt die Transpiration, welche aber von der unter den gewöhnlichen Umständen erfolgenden sehr verschieden ist. Die Ausdünstung aus dem Körper wird durch die feuchte Umgebung condensirt; letztere beladet sich mit noch mehr Feuchtigkeit, ohne jedoch durch Verdunstung Wärme nach außen zu führen. Sie erfolgt bei einer möglichst niedrigen Temperatur, sofern nicht die Einhüllung zu lange dauert. Sie wird auf eine sehr gelinde Weise und ohne schweißtreibende Mittel bewirkt und geht, wegen der feuchten Umgebung, äußerst langsam vor sich. Alles dieses vereinigt sich, um sehr wohlthätige Wirkungen im menschlichen Körper hervorzubringen.

Das hierauf folgende Abreiben und Frottiren des schwitzenden Körpers mit einem feuchten Leintuche widerstrebt am meisten. Man dachte sich früher, daß durch eine so plötzliche Erkältung des transpirirenden Körpers die Poren der Haut sich gleichsam krampfhaft zusammenzögen und dadurch die nachtheiligsten Wirkungen herbeigeführt würden. Gleichwohl ist der Unterschied zwischen der Temperatur des menschlichen Körpers und des feuchten Leintuches, wenn dasselbe etwa in Wasser von 8° getaucht worden, nicht größer, als beim Einschlagen in ein feuchtes Tuch, da der in demselben zum Schwitzen gebrachte Körper in der Regel keine höhere, als die normale Temperatur hat. Die Erkältung, welche der Körper dadurch erleidet, ist daher gleichfalls geringer, als wenn er schwitzend der Luft ausgesetzt wird. Da indeß die Bedeckung des Körpers

mit einem feuchten Leintuche die Verdunstung nicht ausschließt: so würde allerdings eine steigende Erkältung eintreten, wenn nicht durch starkes Frottiren Wärme entwickelt würde. Das nicht steigende Gefühl der Kälte bei einem, mehrere Minuten lang fortgesetzten Frottiren, die vielmehr zunehmende Wärme zeigen, daß die Wärme, welche dadurch erregt wird, mehr beträgt, als die, welche durch die Verdunstung verloren geht.

In der Regel wird indeß das Leintuch, wenn es durch Frottiren des Körpers etwas erwärmt worden, nochmals in kaltes Wasser getaucht, mehr oder weniger ausgewunden und damit abermals der Körper bedeckt und frottirt. Die dadurch bewirkte Abkühlung ist zwar nicht so groß, wie bei der ersten Bedeckung, weil die Haut ihre volle normale Wärme noch nicht wieder erlangt hat; allein das dadurch verursachte Gefühl ist dennoch im ersten Momente nicht minder unangenehm. Das Frottiren und die dadurch erzeugte Wärme führt aber bald den normalen Zustand wieder herbei.

Das Abreiben des schwitzenden Körpers mit einem feuchten Tuche unterbricht nicht bloß die Transpiration und stellt den normalen Zustand wieder her; sondern das kalte Wasser wirkt eigenthümlich stärkend auf die Haut, wie das wohlthätige Gefühl nach dem Abtrocknen erkennen läßt.

In Fällen, wo der Patient während der Cur sich eine Erkältung zugezogen hat, geschieht es, daß er, statt der nassen Einhüllung, in eine trockene wollene Decke eingehüllt und auf gleiche Weise durch Bedeckung ge-

gen allen Wärmeverlust nach außen geschützt wird. Die Transpiration geht dann leichter von Statten und es mag sein, daß der Körper eine etwas höhere Temperatur, als beim nassen Einschlagen erlangt, so daß bei nachheriger Bedeckung mit einem feuchten Leintuche, eine etwas größere Temperatur-Differenz hervorgerufen wird. Ich hatte wenigstens unter diesen Umständen ein etwas unangenehmeres Gefühl, als nach der Behandlung mit dem feuchten Tuche.

Eine Hauptbedingung zum Gelingen der Cur ist, sich nach diesen Operationen durch einen Spaziergang Bewegung zu machen, um den inneren Wärmeentwicklungs-Proceß anzufachen, und das völlige Gleichgewicht wieder herzustellen. Dieß gelingt offenbar am besten, wenn die äußere Temperatur nicht zu hoch ist. Daher ist die wärmste Jahreszeit keineswegs die günstigste für solche Curen; denn ist die äußere Temperatur zu hoch, so kann leicht der Körper wieder in Transpiration kommen, welches nicht nur nichts nützen, sondern selbst schaden kann. Ist hingegen die äußere Temperatur niedrig, ist sie selbst unter Null: so kann eine angestrengtere Bewegung statt finden, ohne daß Transpiration eintritt.

Theorie und Erfahrung stimmen hierin völlig überein. Ich hatte im ganzen Körper stets das angenehmste Gefühl, wenn auf meinen Spaziergängen, nach jenen Operationen, das Wetter heiter und kühl war. Ich war in der That wie neugeboren. Kaum legte ich einige hundert Schritte zurück und schon hatte der innere

Wärmeentwicklungs-Proceß den durch die vorhergegangenen Abkühlungen erlittenen Wärmeverlust wieder vollständig ausgeglichen. Dieses Gefühl der innern Wärme, das Gefühl im ganzen Körper war so wohlthuend, als nur der Zustand der vollkommensten Gesundheit sein kann. Ich bestieg mit der größten Leichtigkeit Berge, und wurde weder durch Transpiration noch durch erschwerte Respiration beläſtigt. Sie ersehen hieraus, daß die durch den vorhergegangenen Wechsel der Wärme augenblicklich gestörten Functionen durch die vermehrte Thätigkeit des innern Wärmeentwicklungs-Processes nicht bloß wieder ins Gleichgewicht kommen, sondern daß mit der Ausscheidung schädlicher Stoffe aus dem Körper durch die Transpiration der Lebensproceß neu angefacht wird.

Einmal während meiner Cur fiel das Thermometer Morgens bis auf $1\frac{1}{2}^{0}$ unter Null. Niemals bin ich auf meinen Spaziergängen nach jenen Operationen schneller warm geworden, niemals fühlte ich mich behaglicher, als gerade an diesem Tage. Als dagegen am folgenden die Temperatur auf 7^{0} über Null stieg, das Wetter aber nebelich und regnerisch war, dauerte es viel länger, ehe die normale Wärme zurückkehrte, und ich konnte selbst durch einen verlängerten Spaziergang nicht den behaglichen Zustand des vorhergegangenen Morgens herbeiführen. Offenbar war es die auf meine Bekleidung sich niederschlagende Feuchtigkeit der Luft, welche verhinderte, daß mein Körper zur normalen Temperatur kam; denn wenn auch weniger die Ver-

dunstungskälte einwirken konnte, da bei nebelichem und regnerischem Wetter die Verdunstung äußerst beschränkt oder ganz aufgehoben ist: so wirkt Feuchtigkeit in den Kleidern an sich und unter allen Umständen erkältend auf den Körper.

Ich bitte hierbei bekannte physikalische Verhältnisse der Wärme zu beachten, und die Erklärung wird nicht schwer werden. Das Wasser hat eine große Wärmecapacität, d. h. es verlangt eine größere Menge Wärme, um bis zu einem gewissen Grade erwärmt zu werden, als die meisten übrigen Körper. Man kann z. B. durch einfache Versuche zeigen, daß, um 1 Pfd. Wasser von der Temperatur des Eispunctes bis zur Siedhitze zu erwärmen, 21 Mal so viel Wärme erforderlich ist, als zur Erwärmung einer gleichen Menge Quecksilbers von derselben Temperatur bis zur Siedhitze des Wassers. So ist denn auch eine viel größere Menge Wärme erforderlich, um ein feuchtes Kleidungsstück bis zu einem gewissen Grade zu erwärmen, als ein trocknes. Soll aber unsere Bekleidung Schutz gegen die äußere Kälte gewähren, so muß sie durch den Körper bis zu diesem Grade erwärmt werden, wie dieß auch die erwärmten Kleider nach unserer Entkleidung zeigen. Daher muß unser Körper eine größere Menge Wärme herbeischaffen, wenn wir in einer Luft von 7° über Null uns bewegen, unsere Bekleidung aber durch den niederfallenden Nebel befeuchtet wird, als wenn die Temperatur der Luft unter Null, aber trocken ist.

Jeder, der mit diesen physikalischen Verhältnissen auch nicht vertraut ist, kennt das unangenehme Gefühl, welches feuchte Luft verursacht: er sagt, die Luft sei naßkalt. Wir alle wissen, daß dieser Zustand unserer äußern Umgebung der unangenehmste, ja häufig ein ganz unerträglicher ist.

Es scheint daher, daß empfindlichen Naturen, denen die Wärmeerzeugung durch ihren Lebensproceß überhaupt etwas schwierig wird, die Cur an solchen nebeligen und regnerischen Tagen wenig nützen kann, ja daß sie vielleicht die guten Wirkungen an günstigen Tagen sogar paralysirt.

Da die unmittelbaren Folgen nach jenen Operationen nur durch das eigene Gefühl erkannt werden können: so ist jedem Patienten, der sich einer solchen Cur unterzieht, zu rathen, genau darauf zu achten, ob ungünstige Witterung, während seiner Bewegung im Freien, den Eintritt der normalen Temperatur zu sehr verzögert, oder ob vielleicht der geschilderte behagliche Zustand, den ich als das sicherste Zeichen der gelungenen Cur betrachte, gar nicht eintritt. Der Arzt wird dann zu beurtheilen haben, ob es nicht für solche Patienten rathsamer ist, an solchen nebeligen und regnerischen Tagen die Cur ganz auszusetzen.

Die Entziehung der Wärme des Körpers bei den Kaltwasser-Curen spornt den innern Wärmeentwicklungs-Proceß zu vermehrter Thätigkeit; denn die durch Frottiren der Haut erzeugte Wärme ist bloß momentan. Nichts desto weniger unterstützt das Frottiren jenen

Proceß; denn je wärmer die äußere Haut, desto weniger wird von der innern Wärme abgeleitet.

Wenn ich sicher sein kann, daß die Fortsetzung der in diesem Briefe berührten Gegenstände Ihnen nicht langweilig wird: so komme ich in meinem nächsten Briefe nochmals darauf zurück.

Vier und zwanzigster Brief.

Sie haben aus den Betrachtungen im ein und zwanzigsten Briefe (S. 121—124) ersehen, daß die Verbrennung und das Athmen identische Processe sind. So wie die Verbrennung eine Mischung des brennbaren Körpers mit dem Sauerstoffgase der Luft ist, so ist auch das Athmen eine Mischung des Bluts mit diesem Sauerstoffgas. In Beziehung auf die Verbrennung unserer Brennmaterialien geht die Aehnlichkeit noch weiter; denn die brennbaren Bestandtheile des Holzes oder der Kohlen sind Kohlenstoff und Wasserstoff, und eben diese Stoffe sind es auch im Blute, welche beim Athmen mit dem Sauerstoffgas der Luft sich mischen.

Das Athmen ist daher als ein Verbrennen dieser Stoffe zu betrachten; es ist nur der Unterschied, daß hierbei bloß Wärme, beim Verbrennen aber Wärme und Licht entwickelt wird, daß dort nur eine geringe, hier eine bedeutende und plötzliche Wärmeentwicklung statt hat, daß dort nur ein geringer Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, hier aller Kohlenstoff und Was-

serstoff verbrennt. Eine Entwicklung von Wärme und Licht nennen wir Feuer; daher ist die Verbrennung eine Mischung mit Sauerstoff unter Feuerentwicklung, das Athmen eine solche Mischung bloß mit Wärmeentwicklung.

Je mehr Luft in unsern Oefen zum Brennmateriale strömt, desto besser geht der Verbrennungsproceß von Statten und desto mehr Wärme wird entwikkelt. Ebenso ist es beim Athmen: je schneller wir athmen, je mehr in einer gewissen Zeit Luft den Lungen und dem Blute zugeführt wird, desto mehr Wärme wird erzeugt. Daher werden wir durch starke Leibesbewegungen, welche stets mit schnellerem und tieferem Athmen verbunden sind, so warm, daß sogar überflüssige Wärme entwickelt wird, die der Organismus durch vermehrte Transpiration wieder fortschafft. Daher vermögen wir, wenn wir uns nur gehörig bewegen, hohen Kältegraden zu widerstehen.

Aber eben deßhalb fordert eine ruhige Beschäftigung, das Sitzen am Schreibtische u. s. w. eine höhere Temperatur in unserer Umgebung; denn unter diesen Umständen athmen wir langsamer und weniger tief, und es wird weniger Wärme entwickelt. Wir thun sehr Unrecht, wenn wir uns zwingen wollen, in einem kalten Zimmer, bei ruhiger Beschäftigung oder gänzlicher Ruhe, zu verweilen, und dadurch uns abzuhärten glauben. So wie wir das leiseste Gefühl von Kälte verspüren, so ist es ein Zeichen, daß unser Körper mehr Wärme nach außen verliert, als im Innern entwickelt

wird. Indem wir unsere Umgebung oder uns durch Bewegung erwärmen, stellen wir das gestörte Gleichgewicht wieder her. Da sich im letzteren Falle die Wärme von innen heraus entwickelt: so können die Folgen der Erkältung, wenn sie schon eingetreten sind, leichter beseitigt werden, als durch äußere Erwärmung. Von innen heraus wird der Körper viel schneller, als von außen her erwärmt.

Der vollkommen gesunde Mensch, an dem die Folgen leichter Erkältungen leicht vorübergehen, achtet nicht darauf, weil die Fülle der Gesundheit so groß ist, daß geringe Störungen in derselben nicht den ganzen Organismus ergreifen. Würde er darauf achten, so würden ihm die Folgen jeder noch so unbedeutenden Erkältung gewiß nicht entgehen. Rauher Hals, starkes Niesen, Verschleimung, Zahnschmerzen und eine Menge anderer rheumatischer Zufälle stellen sich bei den gesundesten Menschen ein, wenn sie sich erkältet haben.

Wer eine sitzende Lebensart führt und sehr empfindlich gegen die Folgen der Erkältung ist, der sollte nicht versäumen, in seinem Zimmer ein Thermometer im Schatten aufzuhängen und danach die Temperatur der Zimmerluft zu reguliren, welche seiner Constitution angemessen ist. Durch wiederholte Beobachtungen kommt er bald dahin, die niedrigste Temperatur kennen zu lernen, welche er noch ertragen kann, ohne sich zu erkälten. So habe ich gefunden, daß die Zimmerluft, in der ich sitzend verweile, nicht unter 15° R. Wärme fallen darf, wenn nicht Erkältung eintreten soll.

Wiederholt habe ich versucht, mich an eine niedrigere Temperatur zu gewöhnen, da mehrere meiner Bekannten, welche in demselben Lebensalter stehen und dieselbe Lebensart, wie ich führen, ohne Nachtheil bei 12° R. Wärme aushalten können; allein vergebens. Stets stellten sich die Zeichen der Erkältung ein und die Lebensfunctionen wurden gestört. Wozu nun Kraft verlieren, um das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen? — Für mich ist der Wärmemesser ein wahrer Lebensmesser.

Die so sehr constante Temperatur unsers Körpers weiset darauf hin, daß Schwankungen, durch äußere Umstände herbeigeführt, seinen normalen Zustand stören. Wäre nicht dieser Zustand von der constanten Temperatur des Körpers abhängig, wozu das gleichsam ängstliche Bestreben der Natur, diese Temperatur unter allen Umständen zu erhalten? — Wäre eine größere oder geringere Wärme des Körpers gleichgültig: so würde es überflüssig gewesen sein, sie im Sommer, wie im Winter, bei dem Bewohner der heißen, wie der kalten Zone so nahe gleich zu erhalten. Wir müssen also annehmen, daß unser Körper nur für eine gewisse unveränderliche Temperatur organisirt sei.

Eine vermehrte Respiration führt einen größern Verbrauch des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blute, mithin das Bedürfniß nach Ersatz herbei. Und in der That, während man im gewöhnlichen Leben das Frühstück nicht selten zu sich nimmt, weil es eine Gewohnheit ist, und eben so gut darauf verzichten könnte: so

verzehrt man es, nach den Wärmeentziehungs-Operationen bei der Kaltwasser-Cur, stets mit großem Appetit.

So werden denn die wichtigsten Processe des Organismus: Wärmeentwicklung, Respiration und Ernährung, durch diese Cur belebt und gesteigert, und daß eine solche Belebung in vielen Fällen und namentlich dann, wenn ihre Thätigkeit gesunken ist, von den wohlthätigsten Folgen sein müsse, ist nicht zu bezweifeln.

Was die übrigen Curarten in den Kaltwasser-Anstalten, das Vollbad, das Wellenbad, die Douche u. s. w. betrifft: so habe ich keine Gelegenheit gehabt, hierüber Beobachtungen an mir selbst zu machen. Durch ihre Anwendung wird eine größere Wärmeentziehung theils im ganzen Körper, theils an einzelnen Stellen bewirkt, und der Körper, wenn er nachher in wollene Decken eingehüllt und mit Betten bedeckt wird, um so mehr angespornt, durch vermehrte Transpiration das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Mir sind mehrere Fälle bekannt geworden, wo, nach längerer Behandlung mit Wasser von sehr niederer Temperatur, ganz exorbitante Schweiße eintraten, welche die wohlthätigsten Revolutionen im geschwächten Körper bewirkten. Bei Anwendung der Douche wird Wärme zum Theil durch Ableitung, zum Theil durch Verdunstung des auf den Körper spritzenden Wassers entzogen; sie dürfte daher zu den kräftigsten Mitteln gehören.

Wir nennen Gifte solche Substanzen, die in einer gewissen Menge in den Körper gebracht, den Tod

herbeiführen. Dem gemäß gehören alle Nahrungsmittel, Speisen wie Getränke, zu den Giften; denn, im Uebermaaße zu sich genommen, können selbst unsere unentbehrlichsten Nahrungsmittel den Tod herbeiführen. Es fehlt nicht an Beispielen, daß Menschen sich zu Tod gegessen haben, und wie viele das Opfer des zu häufigen Genusses von Wein, Branntwein u. s. w. werden, ist bekannt.

Gifte im engern Sinne des Wortes sind diejenigen Substanzen, welche schon in sehr geringen Mengen so energisch auf den Körper wirken, daß sie den Tod herbeiführen. Daher ist unter den Getränken der Branntwein dasjenige, welches vorzugsweise zu den Giften in diesem Sinne zu zählen ist.

Es ist aber leicht zu begreifen, wie gerade Gifte, d. h. Substanzen, welche sehr stark auf den Körper wirken, die kräftigsten Arzneimittel sein müssen, wenn sie demselben in sehr viel kleinern Dosen, als sie den Tod herbeiführen, dargeboten werden. Arsenik, ätzender Sublimat, Blausäure, welche zu den heftigsten Giften gehören, die wir kennen, bieten in dieser Beziehung Beispiele dar; denn sie sind, in außerordentlich geringen Dosen genommen, wie namentlich die Blausäure, unsere vorzüglichsten Arzneimittel.

Die Kälte ist gleichfalls zu den Giften zu zählen; denn der Beispiele liegen viele vor, daß nicht bloß Menschen einen schnellen Tod sterben, wenn sie zur Winterzeit im Freien einschlafen, sondern daß selbst, dem Anscheine nach, geringe Erkältungen tödtliche Folgen

herbeiführen. Es ist daher sehr augenscheinlich, wie die Kälte, im gehörigen Maaße angewandt, gleichfalls als Arzneimittel wirken müsse. Erliegt das Leben, wenn Menschen, wie ich im vorigen Briefe angeführt habe, 6 bis 12 Stunden lang einer anhaltenden Kälte ausgesetzt werden: so ist wohl zu begreifen, wie die Anwendung einer geringeren Kälte, während einer viel kürzeren Zeit, ein Curmittel sein könne.

Begießungen mit kaltem Wasser, etwa eine halbe Stunde lang fortgesetzt, wie sie in Kaltwasser-Anstalten vorgenommen werden, gehören keineswegs zu den angenehmen Curen; in gewissen Krankheiten, zur rechten Zeit und mit Beobachtung der gehörigen Vorsichtsmaaßregeln angewandt, wirken sie aber gewiß sehr wohlthätig auf den Körper.

Wenn ich den Wechsel von Wärme und Kälte als das Hauptprincip der Kaltwasser-Curen bezeichnet habe, so will ich damit keineswegs einen directen Einfluß des Wassers in seiner Anwendung als Bad und als Getränk läugnen. Seine wohlthätigen Wirkungen in beiden Anwendungen, selbst durch bloßes Waschen des Körpers mit kaltem Wasser, sind längst bekannt.

Das Princip der Kaltwasser-Curen führt auch zur richtigen Behandlung unsers Körpers, wenn er, sei es im Bette, oder durch Bewegung in der Sommerhitze zum Schwitzen kommt. Wir wechseln in diesen Fällen unsere Wäsche, die wir gewöhnlich vorher im Bette oder am Ofen wärmen. Nichts desto weniger erkälten wir uns nicht selten bei solchem Wechsel, theils weil der Schweiß

nicht gehörig abgetrocknet wird, theils weil unser Körper, wenn auch in der Nähe des geheitzten Ofens, aber ohne Bewegung weniger Wärme producirt, als er zur Verdunstung verbraucht. Die sonst wohlthätigen Folgen einer starken Transpiration gehen dann verloren.

Ich nahm Gelegenheit, hierüber mit zwei geschickten und in hydropathischen Curen sehr erfahrenen Aerzten zu sprechen. Sie theilten meine Ansicht, daß auch in diesen Fällen das Abreiben des transpirirenden Körpers mit nassen Tüchern vom besten Erfolge sein würde, sofern nicht durch zu starke Bewegung der Blutumlauf und die Respiration in große Beschleunigung gekommen sind. Unter diesen Umständen müßte der Behandlung mit kaltem Wasser die Besänftigung der Lungenaffection oder die Wiederkehr des normalen Athmens vorhergehen.

Nach Beendigung meiner Kaltwasser-Cur stellte ich hierüber an mir selbst Versuche an. Auf einer dreistündigen Fußreise, während eines warmen Herbsttages, immer fort bergansteigend, kam ich in starke Transpiration; aber ohne alle Lungenaffection. Ich rieb den transpirirenden Körper unmittelbar nach dem Eintritte in mein Absteigequartier mit einem in kaltes Wasser getauchten Tuche ab, wechselte die Wäsche und bewegte mich hierauf einige hundert Schritte weit, um den Körper wieder in die normale Temperatur zurück zu führen. Ich hatte ganz dasselbe behagliche Gefühl, wie bei ähnlicher Behandlung in der Kaltwasser-Anstalt. Seitdem wende ich dieses Mittel auf meinen Fußreisen

und Spaziergängen an, wenn ich bis zum Transpiriren warm werde, und stets mit demselben günstigen Erfolge. Je kälter das Quellwasser, desto wohlthätiger die Wirkung, die besonders dann hervortritt, wenn man die Wanderung fortsetzt, weil der abgekühlte Körper nicht so leicht wieder in Transpiration geräth. Mit einem Paar in kaltes Wasser getauchter Handschuhe von grober Leinwand, womit man die Hände bekleidet, verrichtet man ohne fremde Hülfe das Abreiben und Frottiren.

Diejenigen, welche auf Fußreisen durch starkes Transpiriren belästigt werden, können diese Unannehmlichkeit und die so leicht sich anschließende Erkältung leicht beseitigen, wenn sie noch vor dem Eintritte des vollen Schweißes jene Operation vornehmen und dieselbe so oft wiederholen, als sich auf's Neue Neigung zum Transpiriren zeigt. Jede Quelle, besonders die kalten Gebirgsquellen, bieten ihnen die Mittel dazu dar.

Seit einer Reihe von Jahren und lange vorher, ehe ich mich der Kaltwasser-Cur unterzogen hatte, war ich an Waschungen mit kaltem Wasser gewöhnt. Sehr richtig bemerkte indeß einer von jenen beiden Aerzten, daß diese Waschungen nur dann von günstigem Erfolge sein können, wenn der Körper nicht unter, sondern über seiner normalen Wärme sich befindet. Ist dieß nicht der Fall, ist er etwa durch vernachlässigte Transpiration erkältet: so wird ihm durch kalte Waschung nur noch mehr Wärme entzogen, und dadurch nicht nur nichts genützt, sondern sogar geschadet. Unter diesen Umständen muß daher der Abwaschung eine Wiederer-

wärmung des Körpers, sei es durch mäßige Bewegung oder durch Einschlagen in wollene Decken und durch Bedeckung mit Betten vorhergehen.

Wer auf die Zustände seines Körpers genau achtet (und wer empfindlich gegen äußere Einflüsse ist, hat eine besondere Veranlassung dazu), der wird finden, daß die Natur die Folgen jeder auch noch so leichten Erkältung auszugleichen sucht. Während des Schlafs, wo durch die Bedeckung mit Betten oder Decken die thierische Wärme zusammengehalten wird, findet die Natur die günstigste Gelegenheit zur Ausgleichung. Verspürt man eine Neigung zur Transpiration, so unterstütze man sie, indem man sich völlig entkleidet in wollene Decken einhüllt, und alsdann lasse man sich, nach eingetretener Transpiration, mit nassen Tüchern abreiben. Unfehlbar werden dadurch die Folgen der Erkältung beseitigt.

Erlaubt es nicht die Witterung, die normale Temperatur nach dieser Operation durch Bewegung in freier Luft wieder herzustellen: so hülle man sich, nach beendigtem Abwaschen und Frottiren, nochmals in trockene, wollene Decken ein, bis man sich vollkommen warm fühlt.

Wir vernachlässigen, äußerte ein hiesiger Arzt, viel zu sehr unsere Haut, wir vergessen ihre große Wichtigkeit für unsern ganzen Körper; Schwere und Abspannung in den Gliedern, Uebelkeit, Leiden im Unterleibe, selbst eine Mißstimmung in unserer Seele, sind häufig die Folgen ihrer gestörten Functionen. In der That, fühlen wir diese Folgen nach einer Erkältung,

verschwinden sie nach einer Kaltwasser-Cur: so sind wir berechtigt, unsere Reconvalescenz der Entfernung schädlicher Stoffe durch Transpiriren und der Stärkung unserer Haut zuzuschreiben. Es ist nicht zu zweifeln, daß die Reinigung der Haut nach dem Transpiriren, das Abreiben mit nassen Tüchern an sich, von günstigem Einflusse ist. Erinnert man sich, daß der Schweiß nicht reines Wasser ist, sondern $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{4}$ Proc. feste Stoffe enthält, die nach seiner Abdunstung auf der Haut zurückbleiben: so kann dadurch nach und nach eine theilweise Verstopfung der Poren eintreten, und dieselbe ein Hinderniß für die Ausdünstung werden.

Da die Menge jener im Schweiße enthaltenen Stoffe so sehr gering ist, und dieselben auch durch den Harn ausgeführt werden: so kann man ihre Wegschaffung nicht als die Hauptsache betrachten. Es ist indeß wahrscheinlich, daß mit der Hautausdünstung auch flüchtige Stoffe entfernt werden, die, selbst in kleiner Menge im Körper zurückgehalten, bedeutende Störungen verursachen mögen. Der Geruch des Schweißes spricht dafür; denn so wie eine Substanz Geruch verbreitet, so ist es ein Zeichen, daß aus ihr flüchtige Stoffe entweichen. Mit den flüchtigen Stoffen des Schweißes mag es sich verhalten, wie mit ansteckenden Krankheitsstoffen, die in unmerklicher Menge im Körper die gewaltsamsten Störungen herbeiführen können.

Das Wasser, als äußerliches oder innerliches Mittel angewandt, kann entweder als solches oder durch seine Bestandtheile wirken. Unsere Bäder bieten in

diesen Beziehungen eine große Mannichfaltigkeit dar. In der Regel beurtheilt der Arzt ihre Wirkung, sei es daß sie zum Baden oder zum Trinken oder zu beiden Zwecken zugleich dienen, mehr nach ihren Bestandtheilen, als nach ihrer Temperatur. Der Wärmegrad, welchen die Bäder bei ihrem Hervorquellen aus der Erde mit sich führen, ist auch in den meisten Fällen für ihre Anwendung zum Baden gleichgültig. Sind sie wärmer, als unser Körper, so führt man sie durch theilweises Erkalten auf einen, der Wärme desselben entsprechenden Temperaturgrad zurück. Sind sie kälter, so werden sie, diesem Temperaturgrad entsprechend, künstlich erwärmt. Einen größern Einfluß hat die Wärme unserer Mineralwasser beim Trinken. Uebersteigt ihre Temperatur die unsers Körpers nicht gar zu sehr, so trinkt man sie bekanntlich in der Regel, ohne ihre natürliche Wärme zu verändern.

Die meisten unserer, im großen Rufe stehenden Bäder sind mehr oder weniger reich an wirksamen Bestandtheilen. Es ist begreiflich, daß man ihre heilenden Wirkungen vorzugsweise diesen Bestandtheilen zuschreibt. Sollte denn aber reines Wasser, abgesehen von seiner Temperatur, nicht auch ein Arzneimittel sein? Die Erfahrung bejaht diese Frage; denn die Thermen zu Gastein und zu Pfäffers sind so rein und so frei von salzigen und erdigen Bestandtheilen, daß man sie lange Zeit für absolut reine, warme Wasser gehalten hat. Beide Bäder genießen aber eine große Celebrität, und gewiß nicht mit Unrecht.

Der größere oder geringere Grad der Reinheit des Wassers in den Kaltwasser-Anstalten ist daher bei seiner Anwendung als Getränk gewiß nicht ohne Bedeutung. Hierüber liegen aber keine genügenden Erfahrungen vor.

Die größere oder geringere Reinheit der Quellwasser beurtheilen wir im Allgemeinen nach den Gebirgsformationen, worin sie entspringen. In der Regel haben die aus dieser oder jener Gebirgsformation kommenden Quellwasser einen gemeinschaftlichen Charakter. So sind die in krystallinischen Gesteinen, wie im Granit, Porphyr, Basalt entspringenden süßen Quellen sehr arm an Bestandtheilen, und daher sehr rein. Zu den reinsten gehören die aus dem bunten Sandsteine kommenden Quellen. Die in Kalkgebirgen Ursprung nehmenden Quellen sind in der Regel sehr kalkhaltig.

Durchlaufen wir die nicht geringe Zahl der in unserm deutschen Vaterlande nach und nach entstandenen Kaltwasser-Anstalten: so finden wir sie in den verschiedensten Gebirgsformationen. Offenbar sind die Bestandtheile, oder die Grade der Reinheit der Quellwasser, welche in diesen verschiedenen Anstalten angewandt werden, sehr verschieden. Da sich durch die bisherigen Erfahrungen noch nicht herausgestellt hat, daß, unter übrigens gleichen Umständen, diese oder jene Anstalt günstigere oder minder günstige Erfolge überhaupt, oder auch nur in gewissen Fällen, geliefert hat: so scheinen die Bestandtheile der Quellwasser oder ihre größere oder geringere Reinheit bei

ihrer äußerlichen Anwendung von geringer Bedeutung zu sein.

Es wurde mir erzählt, daß ein intelligenter und achtbarer Arzt, der einer Kaltwasser-Anstalt vorsteht, welche ihr Quellwasser aus dem bunten Sandsteine erhält, seinen Patienten streng untersagt habe, von dem Wasser eines benachbarten Gebirgsbaches zu trinken, der zwar auch in dieser Formation entspringt, aber eine Strecke weit unterirdisch durch ein Kalklager fließt. Gründet sich dieses Verbot auf die Erfahrung, daß ein Kalkgehalt im Wasser der Cur nachtheilig ist: so ist nichts dagegen zu erinnern; denn jener Bach nimmt auf diesem Wege etwas Kalk, vielleicht auch etwas Magnesia auf. Würde aber dieser Arzt wohl Bedenken tragen, einer andern Anstalt vorzustehen, welche im Kalkgebirge liegt, und die sich kein anderes, als kalkhaltiges Wasser verschaffen könnte? — Oder würde er so weit gehen, alle Anstalten zu verwerfen, welche solches Wasser gebrauchen? —

Es ist gewiß nichts dagegen zu erinnern, wenn der Arzt einer Kaltwasser-Anstalt seine Patienten auf das ausschließliche Getränk des darin angewandten Wassers beschränkt. Es mag auch eine gewisse dictatorische Strenge bei dem größern Haufen der Curgäste wohl am rechten Orte sein; derjenige indeß, welcher weiß, wie schwierig es ist, im Gebiete der Arzneiwissenschaft richtige und wohl begründete Erfahrungen zu machen, wünscht in solchen Fällen eine nähere Rechenschaft. Kann ihm dieselbe nicht gegeben werden, so kann er leicht

zur Vermuthung kommen, daß auch in anderen wichtigern Fällen im Heilverfahren nicht die Erfahrung, sondern die Theorie zum Leiter dient.

Was die Diät betrifft, so gilt es gewiß als allgemeine Regel, daß irgend eine Cur nur dann gelingen könne, wenn Diät gehalten wird; denn wenn an diese Bedingung die Erhaltung unserer Gesundheit überhaupt geknüpft ist, so muß sie bei gestörter Gesundheit um so mehr Geltung haben.

Bei einigem Nachdenken erscheint es als sehr zweckmäßig, wenn den Curgästen in den Kaltwasser-Anstalten diejenigen Speisen und Getränke untersagt werden, welche erregend oder erhitzend wirken. Das Vermögen in unserm Organismus, Wärme zu entwickeln, soll gestärkt werden. Dieß ist das wesentliche Princip dieser Curen; denn selbst dann, wenn es in diesen oder jenen Fällen nicht der ausschließliche Zweck ist, so werden, mit der Stärkung jenes Vermögens, auch andere Thätigkeiten, Respiration, Reproduction u. s. w. gekräftigt. Es kann daher nur nachtheilig sein, wenn während der Cur Wein, Kaffee, Thee u. s. w. getrunken und sehr gewürzte Speisen genossen werden; denn solche Getränke und Speisen erhitzen das Blut. Sie führen gleichsam die Wärme in den Körper, die durch innere Thätigkeit aus ihm entwickelt werden soll. Selbst warme Getranke sind, gleicher Ursache wegen, so viel wie möglich zu vermeiden. Ebenso wie sich, um ein Beispiel aus der moralischen Welt zu entlehnen, der Mensch nie selbstständig entwickeln kann, wenn er im-

mer unter Vormundschaft bleibt, so kann sich auch im menschlichen Körper die geschwächte innere Thätigkeit nie kräftigen, wenn man sie bloß von außen her zu heben sucht.

Darauf sollte sich die Diät in den Kaltwasser-Anstalten beschränken. Man geht aber weiter. Die Gesichtspuncte in den verschiedenen Anstalten sind indeß verschieden. In der einen sucht man durch Mangel an nahrhaften Speisen den Körper recht herabzubringen, in der andern verfolgt man das entgegengesetzte Princip: man reicht den Curgästen sehr fette Speisen, fettes Fleisch, viel Butter u. s. w.

Man sieht, man befindet sich im Reiche der Theorien. Welche theoretische Ansicht jene Aerzte leitet, die wenig nahrhafte Speisen zulassen, die den häufigen Genuß saurer Milch, eines Getränks verordnen, dessen Anblick schon saure Gesichter bei manchen Naturen verursacht, weiß ich nicht. Ich habe aber Gelegenheit gehabt, mit einem sehr verständigen Arzte mich zu unterhalten, welcher nahrhafte und fette Speisen darreichen läßt. Das Princip, welches diesen leitet, ist: durch Wärmeentziehung wird die Respiration und folglich die Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blute gesteigert; deßhalb müssen, um diesen Verbrauch zu ersetzen, Speisen genossen werden, welche sehr reich an diesen Stoffen sind und dieß sind unter den Nahrungsmitteln die Fettarten. Ich erlaubte mir, unter andern dagegen zu bemerken, daß fette Speisen immerhin denjenigen dargereicht werden mögen, welche

entweder daran gewöhnt sind, oder welche sie mit Vorliebe genießen und auch vertragen können. Warum sollten jedoch nicht eben so gut andere Speisen, wenn auch von geringerem Kohlenstoff- und Wasserstoff-Gehalte, dieselbe Wirkung leisten, da eines Theils der Organismus keineswegs allen Kohlenstoff- und Wasserstoff in den ihm zugeführten Speisen verbraucht und andern Theils Speisen von geringerem Gehalte an diesen Elementen, wenn sie leichter verdaut werden, auch in größerer Menge genossen werden können? —

Ein anderer Arzt, der demselben Princip huldigt, ermahnte einen seiner Patienten bei Tische, doch nicht immer mageres, sondern auch fettes Fleisch auszuwählen. Der Gast bemerkte, wie er ein nothwendiges Requisit, um fette Speisen genießen zu können, Salz, auf dem Tische vermisse. Er schien einige chemische Kenntnisse zu haben; denn, meinte er, zu den überflüssigen oder erregenden und erhitzenden Gewürzen könne das Salz nicht gezählt werden, da seine Bestandtheile eine wichtige Rolle im thierischen Organismus spielen. Ein anderer Gast bezog sich auf die Schaafe, die so begierig nach Salz sind, und es von porösen Gesteinen, wo es manchmal als Efflorescenz erscheint, ablecken, und hielt dieß für ein sicheres Zeichen von der Nothwendigkeit des Salzes für den thierischen Organismus, da die Thiere keine Gourmands seien, sondern in der Wahl ihrer Nahrungsmittel durch ihren Instinct geleitet würden. Ein dritter bezog sich sogar auf die gerechten Klagen einer hohen Ständeversammlung über

die hohen Preise des Viehsalzes und auf die darauf von Seiten des Gouvernements erfolgte Ermäßigung derselben. Kurz es bildete sich eine kleine Salzverschwörung gegen den Doctor, an der jedoch die Mehrzahl der Curgäste, denen die Autorität desselben über alles ging, nicht Theil nahm. Die Speisen, entgegnete der vorsitzende Arzt, erhalten die nöthige Menge Salz, mehr sei vom Uebel; denn zu viel davon stumpfe die Sinne ab. Einer aus jener Salzverschwörung meinte jedoch, daß höchstens der Geschmack durch zu viel Salzgenuß abgestumpft werde. Der Arzt berief sich aber auf die Jagdhunde, deren Geruch durch das Salz leide. Da indeß, erwiederte jener, die Tischgesellschaft nicht den Beruf der Jagdhunde auszuüben habe: so könnte die Bemerkung des Doctors kein Gewicht haben. Alles dieses half aber nichts; es blieb beim Alten, nach wie vor war kein Salzfaß auf dem Tische zu sehen.

Doch Scherz bei Seite, das Princip, den Curgästen in den Kaltwasser-Anstalten nahrhafte Speisen darzubieten, scheint mir gerechtfertigt, und mit Vermeidung erhitzender Speisen und Getränke dürfte für die Diät alles gethan sein, was nöthig ist. Ein Arzt, der längere Zeit in Gräfenberg, in der Uranstalt der Kaltwasser-Curen verweilte, gestand offen, daß Prießnitz, ihr Gründer, von Diät gar nichts wisse. Einem dortigen Curgaste, der sich über den häufigen Genuß des Schweinefleisches beschwerte, wurde die lakonische Antwort zu Theil: er könne es ja stehen lassen und genießen, was ihm beliebe, oder auch hungern.

Sie haben in Ihrem letzten Briefe angedeutet, daß Ihnen eine Aehnlichkeit zwischen den Kaltwasser-Anstalten und den russischen Dampfbädern statt zu finden scheine. Diese Aehnlichkeit ist gewiß nicht zu verkennen, und in der That die Uebergänge von starker Erhitzung zu starker Erkältung in letzteren sind minder schroff, als sie erscheinen. Gmelin fand die Temperatur der russischen Dampfbäder zwischen 34° und 37°; mithin nicht sehr viel höher, als die des menschlichen Körpers. Wenn Sie Sich an das erinnern, was ich im vorigen Briefe hinsichtlich der geringen Steigerung der Blutwärme bei erhöhter äußerer Temperatur bemerkt habe: so wird es Ihnen noch mehr einleuchten, daß die Wechsel von Hitze und Kälte in den russischen Dampfbädern kaum größer, als in unsern Kaltwasser-Anstalten sein können.

Schon vor siebzig Jahren stellten mehrere Naturforscher Versuche zur Entscheidung der Frage an, welche Hitzgrade die Menschen auszuhalten im Stande seien, und bis zu welchem Grade dadurch ihre Blutwärme steige. Fordyce ließ Zimmer durch Wasserdämpfe bis zu 44° R. heitzen. Er hielt darin 15 Minuten aus, ohne Vermehrung seiner Wärme, aber mit Beschleunigung seiner Pulsschläge bis zur Zahl von 145 in einer Minute. Andere, durch diese ersten Versuche dreist gemacht, ertrugen noch viel höhere Hitzgrade. Blagden hielt in einer Hitze von 100° sieben Minuten aus. In einer Hitze von 76°, welcher sich ein Anderer aussetzte, stieg dessen Puls von 65 auf 120, seine Wärme nur auf 30°. Ein Dritter ertrug 20 Min. 79°,

wobei sein Puls von 75 auf 164 Schläge in der Minute, und die Blutwärme auf $33\frac{6}{10}^\circ$ stieg. Ein Vierter endlich, bei welchem der Versuch Ermattung und endlich Erbrechen verursachte, ertrug 10 Min. 85°, während sein Puls von 80 auf 145, die Blutwärme gleichfalls auf $33\frac{6}{10}^\circ$ stieg. Diese ungeheure Erhitzung von außen verursachte daher doch keine größere Erwärmung des Bluts, als bei heftigen Fiebern.

Nach diesen Versuchen ist wohl anzunehmen, daß die Temperatur der Menschen in den 34° bis 37° warmen russischen Dampfbädern kaum über die normale steigen werde. Und so dürfte ihre Erhitzung wenig oder gar nicht höher steigen, als beim Transpiriren in nassen Tüchern oder in trocknen, wollenen Decken. Unter der Voraussetzung, daß Wasser, wodurch in den Dampfbädern die Abkühlung bewirkt wird, nicht kälter ist, als in den Kaltwasser-Anstalten, kann dort die Differenz nicht größer, als hier sein. Der ganze Unterschied der Behandlung in beiden Anstalten würde also darauf zurückzuführen sein, daß in den Dampfbädern die Transpiration durch äußere, in den Kaltwasser-Anstalten durch innere Wärme bewirkt wird.

Jene hohen Hitzgrade, welche Menschen, wenn auch nur auf kurze Zeit, auszuhalten vermögen, werden Ihre Verwunderung erregen. Ich bitte übrigens nicht zu übersehen, daß nur in der Luft solche Hitzgrade ertragen werden können, nicht aber im Wasser.

Marschall Marmont berichtete zwar, daß er zu Brussa in Kleinasien einen Türken in einem Bade

von 62° R. Temperatur lange Zeit habe verweilen gesehen. Andere Erfahrungen setzen das Maximum der ertragbaren Badehitze weit niedriger. Dr. Carrère, ein rüstiger Mann, konnte in den warmen Bädern von Roussillon, deren Temperatur 40° R. ist, nur drei Minuten verweilen. Lemmonier, der beständig zu Barèges badete, konnte $30\frac{4}{10}$° R. ohne Unbequemlichkeit ertragen, vermochte aber im Wasser von 36° R. nur acht Minuten auszuhalten. Er schwitzte heftig im Gesichte, wurde roth und geschwollen am ganzen Leibe, und zuletzt nöthigte ihn Betäubung, das Bad zu verlassen. Dr. Berger setzt das ohne Unbequemlichkeit ertragbare Maximum der Wärme eines Bades aus reinem Wasser auf nur $33\frac{6}{10}$° R. Dieselbe Temperatur kann man, nach Newton, in der Hand aushalten, wenn man sie im Wasser bewegt, dagegen 40° R., wenn man sie ruhig hält. Ungeachtet aller dieser Erfahrungen und der ihm geäußerten Zweifel, bleibt Marschall Marmont bei seiner Angabe stehen und beruft sich, zur Bekräftigung derselben auf einen Augenzeugen der Thatsache, auf den Oestreicher Dr. Jeng.

Es ist einleuchtend, daß wir, ohne große Unbequemlichkeit, keine größere Badehitze aushalten können, als das Maximum der Wärme ist, welche unser Blut annehmen kann. Da selbst in hitzigen Krankheiten diese Wärme nie über $33\frac{6}{10}$° steigt, da sie sogar beim Aufenthalte in einer bis auf 79° bis 85° R. erhitzten Luft nur bis zu diesem Grade stieg: so ist es gewiß ganz richtig, wenn Dr. Berger diese Temperatur als die

höchste ertragbare Badehitze bezeichnet. In der That, diese bis jetzt nicht beachtete Uebereinstimmung in der, sei es durch Krankheit oder durch äußere höhere Temperatur gesteigerten Blutwärme, ist merkwürdig, und zeigt abermals, wie die Veränderungen in dieser Wärme in sehr enge Grenzen eingeschlossen sind, und wie die Functionen des menschlichen Lebens nur bei einer gewissen Temperatur auf normale Weise von Statten gehen können.

Warum wir eine so sehr viel höhere Temperatur in der Luft, als im Wasser aushalten können, ist leicht zu begreifen.

In einer sehr warmen Luft bietet sich dem Körper in der Transpiration ein Mittel dar, einen Theil der von außen zugeführten, ungewöhnlichen Wärme fortzuschaffen. Nicht so ist es aber im heißen Bade; denn hier kann keine Verdunstung stattfinden. Wird durch das Heraustreten des Schweißes auch etwas Wärme dem Körper entführt: so ersetzt ja das warme Wasser ihm diese verlorne Wärme sogleich wieder. Aber eben deßhalb, weil der Körper in unmittelbarer Berührung mit dem warmen Wasser ist, kann er nicht einmal momentan etwas Wärme verlieren, wenn er auch noch so sehr transpirirt. Wie kann es deßhalb als möglich gedacht werden, daß der Mensch in einem Bade, welches wärmer, als $33\frac{6}{10}°$, d. h. eine größere Wärme hat, als das Blut anzunehmen vermag, auszuhalten im Stande ist. Die Angabe des Marschalls Marmont beruht daher gewiß auf einem Irrthum.

Das Beispiel von Lemmonier zeigt, wie unsere Natur alles aufbietet, um die ihr schädliche Wärme fortzuschaffen. Im Wasser von 36° schwitzte er heftig im Gesichte. Dieß war der einzige Theil seines Körpers, der, da er außerhalb des Wassers sich befand, durch Transpiration Wärme fortführen konnte. Sollte daher das Gleichgewicht der Wärme in einem Körper erhalten werden, der in solchem warmem Wasser sich befindet: so würde es nur dadurch möglich sein, daß das erhitzte Blut in schneller Circulation fortwährend in den Kopf strömte, um dort durch Transpiration Abkühlung zu erleiden. Wir wissen aber, daß solche Congestionen, solche Anhäufungen des Blutes im Kopfe die nachtheiligsten Folgen haben und apoplectische Zufälle herbeiführen. Die Betäubung, welche ihn nöthigte, das Bad zu verlassen, zeigt auch, daß er solchen Zufällen sehr nahe war.

Alles dieses wird Sie zur Ueberzeugung führen, daß übermäßig warme Bäder für unsere Gesundheit äußerst nachtheilig sind. Sie werden aus diesen Betrachtungen gewiß Selbst die allgemeine Regel abstrahiren, daß $29\frac{5}{10}$° R., die Wärme unsers Körpers, das Maximum der Temperatur ist, welches ein Bad je erreichen darf, und daß mehrere Grade unterhalb dieser Temperatur die zuträglichste Wärme sein werde.

Vielleicht ist es nicht ohne Interesse, wenn ich einige Bemerkungen hinzufüge, welche geeignet sein möchten, die in Rede stehenden Verhältnisse noch etwas näher aufzuklären.

Wahrscheinlich haben Sie die vorhin angeführte Erscheinung, daß man mit der Hand in heißerem Wasser aushalten kann, wenn man sie darin ruhig hält, als wenn man sie bewegt, schon Selbst wahrgenommen. Ich möchte vermuthen, daß Ihnen die Erklärung dieser Erscheinung nicht ferne liegt.

Hält man die Hand ruhig in heißem Wasser, welches wärmer, als sie ist, so geschieht, was immer geschieht, wenn zwei Körper von ungleicher Temperatur einander berühren: der wärmere Körper wird kälter, der kältere wärmer. Ist daher die Temperatur des Wassers, wie im angeführten Falle 40° R. und die der Hand $29\frac{5}{10}$° R.: so erwärmt sich die Hand etwas, während die Temperatur des sie berührenden Wassers sich etwas erniedrigt. Wir haben mithin in unserer Hand das Gefühl einer Wärme, welche unter 40° R. und über $29\frac{5}{10}$° R. ist. Die bewegte Hand kommt aber immerfort mit neuen Wassertheilen in Berührung und es kann jene Ausgleichung nicht erfolgen. Das Gefühl von Wärme ist höher und wir können dann nicht im Wasser von 40° R. aushalten.

Im Wasser zeigen sich demnach die umgekehrten Verhältnisse von denen in der Luft. Bewegen wir uns in letzterer, oder, was gewöhnlicher, ist die Luft in Bewegung: so empfinden wir mehr Kälte, als in stiller Luft.

Bei den vorhin genannten Versuchen, die höchsten Hitzgrade, die der Mensch noch in der Luft zu ertragen im Stande ist, zu ermitteln, ergab es sich, daß die

durch Wasserdämpfe erzeugte Hitze viel unerträglicher, als die trockne ist. Sie werden Selbst diesen Unterschied daraus erklären, daß in einer feuchten Luft die Transpiration viel schwieriger, als in trockner Luft von Statten geht; mithin dort das Mittel fehlt, sich des Wärmeüberschusses zu entledigen.

Die Sommerhitze wird uns um so lästiger, je feuchter die Luft ist; mithin dieselbe Erscheinung. Vor einem Gewitter ist in der Regel die Luft am feuchtesten; daher denn auch das oft so unerträgliche Gefühl, welches wir mit Gewitterschwüle bezeichnen, und das gleichfalls von der erschwerten Transpiration herrührt; denn je feuchter die Luft, desto schwieriger die Verdunstung in ihr.

Arbeitsleute, wie Schmiede, Schmelzer u. s. w., welche sich höheren Hitzgraden, als wir sie im heißesten Sommer haben, aussetzen müssen, leiden nur dann davon, wenn die Luft feucht ist. Ist sie trocken, so werden sie davon weniger, als von der geringeren Sommerhitze afficirt. Große Sommerhitze und feuchte Luft sind so lästig, weil überall, wo wir uns aufhalten, sei es im Freien oder im Zimmer, die Transpiration nur schwierig von Statten geht. Der Feuerarbeiter befindet sich hingegen in seiner Werkstätte, namentlich zur Winterzeit, oft in sehr trockner Luft.

Nicht überflüssig dürfte es sein, zu bemerken, daß der Feuchtigkeits-Zustand der Luft ein verschiedener sein kann. Wir nennen eine Luft feucht, wenn sie verhältnißmäßig viel Wasser im luftförmigen, mithin im un-

sichtbaren Zustande enthält. Dieser Zustand zeigt sich, wenn gläserne, mit kaltem Wasser gefüllte Gefäße auf ihrer äußern Fläche mit Wasser beschlagen. Wir nennen aber auch eine Luft feucht, wenn sichtbare Wassertheilchen, wie beim Nebel, darin schweben. Mit diesem Zustande ist indeß stets jener verknüpft. Eine Luft, in welcher Wassertheilchen schweben, enthält auch so viel luftförmiges Wasser, als sie vermöge ihrer Temperatur enthalten kann.

Halten wir diese Verschiedenheiten fest, so können wir uns leicht erklären, wie feuchte Luft bald Kälte, bald Wärme in uns hervorrufen kann. Ich habe im vorigen Briefe die Ursache angegeben, warum wir in einer nebelichen Luft Kälte verspüren: es ist die kalte Feuchtigkeit, welche sich auf unsere Kleidungsstücke niederschlägt. Nebel kann nur stattfinden, wenn die Luft kalt ist; nebeliche Luft ist daher stets eine naßkalte. Wenn gleich in einer solchen Luft die Transpiration gestört ist, so ist doch die dadurch zurückgehaltene Wärme zu unbedeutend, als daß sie jene Naßkälte merklich mindern könnte. Ist hingegen in warmer Sommerzeit die Luft feucht, so ist diese Feuchtigkeit in ihr im luftförmigen Zustande vorhanden und kann sich nicht auf unsere Kleidungsstücke niederschlagen. Sie bringt daher keine andere Wirkung auf unsern Körper hervor, als daß sie die Transpiration beschränkt, und dadurch wird, wie ich schon so oft bemerkt habe, stets die Entweichung der Wärme aus demselben beschränkt. Wir haben daher das Gefühl von zu viel Wärme.

Woher rührt die Feuchtigkeit, die durch die Transpiration beständig fort aus unserm Körper entweicht? fragen Sie in Ihrem letzten Briefe. Durch diese Frage beurkunden Sie, erlauben Sie mir diese Bemerkung, Ihren Beruf zur eigenen Naturforschung; denn der Naturforscher muß jede Erscheinung so weit verfolgen, als ihm möglich ist. Nicht bloß die nächsten, auch die entfernter liegenden Ursachen hat er aufzusuchen. Die Feuchtigkeit, welche wir durch die Transpiration verlieren, stammt vom Blute ab.

Das Blut ist die ausschließliche Quelle der Ernährung; aus seinen Bestandtheilen bilden sich alle Stoffe unsers Körpers. Die wesentliche Substanz unsers Fleisches, der Faserstoff, ist im Blutwasser aufgelöst. Davon scheidet sich, während der Circulation des Blutes, beständig ab, und so nimmt das Fleisch bis zu einem gewissen Lebensalter theils fortwährend zu, theils wird das untauglich gewordene, und von den Saugadern fortgeführte Fleisch wieder ersetzt.

Es ist klar, daß das Wasser, in welchem jener Faserstoff aufgelöst war, fortgeführt werden müsse, wenn das Blut nicht wässriger werden soll, als es ist. Abscheidung von festen Theilen aus dem Blute und Verdunstung seines Wasser müssen also Hand in Hand gehen, wenn sich die Beschaffenheit des Bluts, d. h. das Verhältniß jener zum Wasser, nicht verändern soll.

Jede Störung der Transpiration stört daher dieses Verhältniß, und führt alle die üblen Folgen herbei, die wir nach einer Erkältung verspüren. Die

Feuchtigkeit, welche nicht durch die Transpiration entweichen konnte, sondert sich nun durch eintretenden Schnupfen ab. Ehe es aber zu dieser Absonderung kommt, belastet sie den Körper, und wir haben das Gefühl von Unbehaglichkeit. Daher fühlen wir uns nach einer solchen Störung durch unterdrückte Transpiration so erleichtert, wenn wir, in den Kaltwasser-Anstalten durch künstliche Mittel eine vermehrte Transpiration herbeiführen.

Entweicht aber die überflüssige Feuchtigkeit des Bluts nur in der Form von Schweiß durch die Poren der Haut? — Wenn Sie auf eine kalte Fensterscheibe hauchen, so werden Sie Sich diese Frage Selbst beantworten. Die Scheibe beschlägt sich mit einem dünnen Ueberzuge von Feuchtigkeit, und dieß zeigt Ihnen, daß Sie mit der Luft Feuchtigkeit ausathmen. So führt denn die eingeathmete Luft, indem sie in den Lungen mit dem Blute in Berührung kommt, einen Theil der Feuchtigkeit desselben fort.

Je trockner die eingeathmete Luft ist, desto mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen, desto vollständiger geht daher dieser Act der Transpiration von Statten. Sie sehen, wie auch auf diese Weise trockne Luft die Ausdünstung befördert, und wie wir höhere Grade von Wärme leichter ertragen können, wenn wir nur Gelegenheit haben, trockne Luft einzuathmen. Die wohlthätigen Wirkungen der frischen Luft bei unserm Aufenthalte im Freien, besonders auf Bergen, wo in der Regel die Luft stets viel trockner, als in Thälern ist, da-

gegen die nachtheiligen Einflüsse, wenn wir an Orten, welche von Sümpfen umgeben sind, oder in feuchten Wohnungen leben, leuchten hieraus von selbst ein. Personen, welche zum Schwitzen geneigt sind, und leicht an den üblen Folgen durchnäßter Kleider leiden, werden daher diese Unbequemlichkeiten beim Aufenthalte an Orten, wo sie trockne Luft einathmen, weniger verspüren.

Viel, vielleicht zu Ihrem Ueberdrusse, habe ich von Kaltwasser-Anstalten, von Wärme und Kälte, von Transpiration u. s. w. in diesem und im vorigen Briefe gesprochen. Einige Verhältnisse, welche Bezug auf das Baden in warmen Bädern haben, sind gleichfalls im Verlaufe dieses Briefs berührt worden. Schließlich noch einige Bemerkungen über Bäder, über diese schon seit undenklichen Zeiten üblichen Heilanstalten. Ich berühre einen Gegenstand, der, wenn man die physikalischen und chemischen Verhältnisse unbeachtet läßt, leicht zu Mystificationen führen kann, und leider nur zu oft dahin geführt hat.

Sie haben gewiß schon oft die Vorzüge rühmen hören, welche ein von der Natur erwärmtes Wasser gegen das künstlich erwärmte haben soll. Es gab eine Zeit, wo man glaubte, die natürliche Wärme der Gewässer sei eine ganz andere, als die künstliche: sie sei inniger, als diese, an das Wasser gebunden. Nicht bloß Aerzte, sogar Physiker waren in diesem Aberglauben befangen. Durch genaue und sorgfältige Versuche ist diese mysteriöse Ansicht gänzlich widerlegt worden. Allein die Sache hat doch eine Seite, welche nicht unbeachtet bleiben darf.

Sie wissen, viele Mineralwasser enthalten luftförmige Bestandtheile. Das Ausströmen von Luftblasen aus den sogenannten Säuerlingen, das Perlen solcher Gewässer, wenn sie geschöpft, oder mit Wein und Zucker versetzt werden, zeigt die Gegenwart solcher luftförmiger Bestandtheile. Kohlensäuregas ist das gewöhnlichste dieser Gase und unter allen in reichlichster Menge in eben genannten Säuerlingen enthalten.

Der Genuß solcher Säuerlinge ist, hauptsächlich wegen dieser Kohlensäure, erquickend und erfrischend. Aber auch äußerlich wirkt sie sehr wohlthätig auf den Körper. Der in solchem Wasser Badende wird am ganzen Körper von unzählichen Bläschen dieses Gases überzogen. Kurz, die Erfahrung hat längst darüber entschieden, daß diese Kohlensäure zu den Heilmitteln gehört.

Die an Kohlensäure reichsten Säuerlinge haben aber fast ausschließlich eine niedrige Temperatur, 7° bis 12° R. Sollen sie daher zu Bädern dienen, so müssen sie künstlich erwärmt, oder mit warmem Wasser versetzt werden. Durch die Erwärmung bis zur Badewärme verlieren sie aber einen großen Theil ihrer Kohlensäure; das erwärmte Wasser ist mithin ein ganz anderes, als das kalte. Leicht einzusehen ist daher, daß ein in der Tiefe unserer Erdkruste erwärmter Säuerling ein ganz anderes Wasser, als der künstlich erwärmte ist. Sie sehen, daß in dieser Beziehung allerdings ein Unterschied zwischen einem von der Natur oder künstlich erwärmten Wasser ist.

Kommt ein mit Kohlensäure gesättigtes Wasser mit der, dem Menschen am meisten zuträglichen Badewärme zu Tage: so ist ein solches Wasser allerdings ein köstliches Geschenk der Natur, und es läßt sich nur mit großen Schwierigkeiten künstlich ersetzen.

Solche warme Quellen gehören aber zu den Seltenheiten. Eine derselben, welche zwar durch die Kunst, durch Bohren bis zu der bedeutenden Tiefe von 2220 Fuß, zu Tage gefördert worden, deren Temperatur von $26\frac{2}{10}{}^{0}$ aber ein Geschenk der Natur ist, will ich Ihnen nennen. Diese mit einer außerordentlichen Ergiebigkeit (sie giebt fast 1 Cubikfuß Wasser in der Secunde) im Bohrloche aufsteigende Salzquelle, welche so viel Kohlensäure enthält, als sie vermöge ihrer Temperatur aufnehmen kann, finden Sie bei Neusalzwerk, kaum eine Meile von der bekannten und berühmten Porta westphalica, dicht an der Eisenbahn von Cöln nach Berlin.

Sie sehen, daß eine solche Quelle, als Bad, von Bedeutung ist. Sie hat die dem menschlichen Körper am meisten zusagende Temperatur; man braucht das Wasser für die Bäder weder zu wärmen, noch abzukühlen, und der Badende kommt mit der ganzen Menge der darin enthaltenen Kohlensäure in Berührung. In Fällen, wo dieses Gas als Heilmittel mitwirkt, kann daher keine vorzüglichere Therme, als die genannte, welche auch seit einigen Jahren zu Bädern benutzt und sich gewiß bald einen noch weit ausgezeichneteren Ruf erwerben wird, gedacht werden.

Es dürfte auf den ersten Blick einerlei erschei-

nen, ob eine Therme gerade die Badewärme oder eine höhere Temperatur habe, wenn man nur nicht zu wärmen brauche. Bei mehreren Thermen ist es auch gleichgültig. So läßt man zu Gastein das 38° R. warme Thermalwasser bis zu 27° oder 28° für die Bäder erkalten, ohne daß dadurch irgend ein Nachtheil herbeigeführt wird. Wenn aber ein Thermalwasser, wie das zu Carlsbad, eine nicht unbedeutende Menge Kohlensäure enthält, welche bei Bädern eine Rolle spielen soll: so wird man beim Erkalten des Wassers bis zur Badewärme dieses Heilmittel größtentheils verlieren; es sei denn, daß man diese Erkaltung in völlig verschlossenen Gefäßen vornähme, was jedoch bei der Ausführung im Großen mit vielen Schwierigkeiten verknüpft sein würde. Ich bitte nämlich, Sich erinnern zu wollen, daß selbst ein kalter Säuerling, in einem offenen Glase eine Zeit lang stehend, seine Kohlensäure verliert; viel mehr geschieht dieß daher bei einem so heißen Kohlensäure-haltigen Wasser, wie Carlsbad's Thermen sind. Dieselben werden übrigens zu Bädern weniger, als zum Trinken benutzt.

Mineralquellen verlieren beim Erwärmen oder Erkalten nicht bloß gasförmige Bestandtheile, auch manche feste Bestandtheile scheiden sich unter diesen Umständen aus.

Das vorhin genannte Thermalwasser zu Neusalzwerk enthält eine ziemliche Menge Eisen aufgelöst, welches als stärkendes Mittel seinen Rang unter den Bestandtheilen der Quellen einnimmt. Beim Er-

kalten scheidet sich dieses Eisen als unauflöslicher Eisenocher aus, und sammelt sich in den Abflußcanälen in bedeutender Menge an. Gleichfalls scheidet sich das Eisen aus kalten Eisensäuerlingen mehr oder weniger aus, wenn dieselbe bis zur Badewärme erwärmt werden. Also nur in dem Falle, daß ein Eisen-haltiges Mineralwasser mit der Badewärme zu Tage tritt, kann den Badenden die volle Wirkung des Eisengehaltes zu Theil werden. Und dieß ist bei jenem Thermalwasser der Fall.

Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit den sogenannten Schwefelquellen, welche sich in ihrer Temperatur sehr leicht und schnell verändern, wenn sie an die Luft kommen. Ihre volle Wirkung können sie deshalb nur dann haben, wenn sie mit einer der Badewärme nahen Temperatur zu Tage kommen.

Daher gehören die berühmten Schwefelthermen zu Baden, in der Nähe von Wien, zu den wichtigsten dieser Art; denn sie besitzen alle Temperaturen von der höchsten Badewärme (30° R.) bis zur niedrigsten (23° R.). Alle Wünsche und Bedürfnisse der Badenden lassen sich daher durch sie befriedigen. Man bringt sie in vier Classen, wovon die erste die wärmsten, die vierte die kältesten Bäder liefert.

Mögen Sie aus diesen Bemerkungen entnehmen, daß es in vielen Fällen allerdings nicht gleichgültig ist, ob die Natur oder die Kunst ein zum Baden bestimmtes Mineralwasser erwärmt. Eine starke Mystification ist es aber, ich wiederhole es, wenn man ge-

glaubt hat, vielleicht jetzt noch glaubt, daß die Wärme in den von der Natur erwärmten Gewässern von anderer Art, als die künstliche Wärme sei. Auch die künstlich hervorgerufene Wärme ist nicht unsere Schöpfung; wir veranlassen nur die Natur, Wärme zu entwickeln.

Fünf und zwanzigster Brief.

Der Naturforscher ist der wahre Kosmopolit im weitesten Sinne des Wortes. Ueberall und selbst da, wo andere Erdenkinder keinen festen Fuß fassen können, ist er zu Hause. Die unzugänglichen Höhen und Tiefen unserer Erde sind der Gegenstand seiner Forschungen, wie das, was er mit Händen greifen kann. Seiner Wissenschaft und Kunst ist es gelungen, sich bis zur Höhe der höchsten Berge in unserer Atmosphäre zu erheben. Noch viel weiter geht aber sein forschender Blick. Er verfolgt den Luftkreis bis zu seinen Grenzen, und wo das Reich des Physikers und Chemikers aufhört, da beginnt das unermeßliche des Astronomen.

Ich schlage Ihnen vor, wenn auch nicht in der Wirklichkeit, doch in Gedanken, mit mir eine Reise in die Atmosphäre, in diesen Schauplatz so vieler und so merkwürdiger Erscheinungen, von denen alles Leben auf Erden abhängt, anzutreten. Wäre dort für längere Zeit ein Aufenthalt möglich, um nach Allem zu forschen, wonach noch zu forschen ist: so würde, wie Sie vielleicht einräumen, die jetzige unruhige Zeit dazu

einladen; denn so ganz übel wäre es nicht, dem anarchischen Treiben hier und da in unserm lieben Vaterlande von oben herab zuzusehen, und in ruhigen Zeiten mit Entdeckungen beladen wieder auf unsere Erde zurückzukehren.

Im gemeinen Leben nennen wir jeden Raum einen leeren, der nicht mit fester oder tropfbarflüssiger Materie erfüllt ist. So nennen wir eine Bouteille leer, wenn keine Flüssigkeit darin sich befindet. Daß diese Benennung unrichtig ist, wissen Sie längst; denn jeder Raum, in dem auch keine festen oder flüssigen Körper sich befinden, enthält stets noch Luft, und die Luft ist eben so gut ein Körper, wie Wasser, Erde, Metall u. s. w. Die Körper überhaupt bringen wir in drei Klassen. Zur ersten gehören die festen oder starren, zur zweiten die tropfbarflüssigen, zur dritten die luft- oder gasförmigen Körper. Je nach den Umständen kann derselbe Körper fest, tropfbarflüssig oder luftförmig erscheinen. So wird zur Winterzeit das Wasser fest: es gefriert und wird zu Eis oder Schnee. Im Frühjahre schmilzt Eis und Schnee und wird wieder tropfbarflüssig, zu Wasser. Kochen Sie Wasser, so geht es allmälig in den luftförmigen Zustand über. Diesen Uebergang können Sie freilich nicht deutlich sehen; denn der Dampf, welcher auf dem siedenden Wasser schwebt, ist nicht luftförmiges Wasser, sondern er besteht aus feinen Wasserbläschen. Erst wenn diese Bläschen für unsere Augen verschwinden, geht das Wasser in den luftförmigen

Zustand über. Der luftförmige Zustand der Körper ist also der für uns unsichtbare, und dieß rührt davon her, daß Luft unter allen Körpern der durchsichtigste ist, und daß die gewöhnlichen Luftarten auch zu den farblosesten Körpern gehören. Der Chemiker stellt indeß auf künstlichem Wege verschiedene Luftarten dar, welche auffallende Farben besitzen. Farblosigkeit ist also nicht eine wesentliche Eigenschaft der luftförmigen Körper.

Wenn man eigentlich nicht den Uebergang des Wassers in den luftförmigen Zustand sehen kann, indem es gerade in dem Augenblicke, wo dieser Uebergang erfolgt, für das Auge verschwindet: so kann man doch umgekehrt das Zurückkehren des luftförmigen Wassers in den flüssigen Zustand recht deutlich wahrnehmen. Das sogenannte Schwitzen der Fensterscheiben, wobei das in der Zimmerluft enthaltene luftförmige Wasser durch die von außen erkälteten Scheiben als (tropfbarflüssiges) Wasser zum Vorschein kommt, zeigt Ihnen dieses Zurückkehren in den tropfbarflüssigen Zustand unter andern sehr deutlich.

Das Wort „tropfbarflüssig" gebrauchen wir, weil Wasser und andere ähnliche Flüssigkeiten Tropfen bilden. Das Wasser, welches als Regen aus dem Luftkreise herabfällt, das Wasser, das an unsern Fingern hängen bleibt, wenn wir sie in Wasser tauchen, erscheint in Tropfen. Diese Eigenschaft ist aber nicht bloß dem Wasser und anderen wässrigen Flüssigkeiten, sondern allen Körpern eigen, welche geschmolzen wer-

den können. Schmelzen wir Zinn oder Blei, und gießen es langsam aus, so erscheint es in Tropfen, und diese Tropfen nähern sich um so mehr der Kugelgestalt, je höher das geschmolzene Metall herabfällt. Darauf beruht das Verfahren, Bleischrot anzufertigen. Geschmolzenes Blei wird durch einen Seiher aus großer Höhe herabgegossen, z. B. in einem hohen Thurme, oder von einem hervorragenden Felsen eines Berges; während dieses Herabfallens rundet sich das Blei und kommt in erstarrten Bleitropfen, als Schrot, unten an.

Die Eigenschaft, Tropfen zu bilden, rührt davon her, daß die kleinsten Theilchen eines jeden Körpers sich gegenseitig anziehen. Da im flüssigen Zustande diese Theilchen die größte Beweglichkeit besitzen, mithin ihre gegenseitige Anziehung ohne Hinderniß äußern können: so bilden nur flüssige Körper Tropfen. Es ist leicht einzusehen, daß vermöge dieser Anziehung die Kugelgestalt entstehen müsse; denn denkt man sich ein kleines in der Luft schwebendes Wassertheilchen als Mittelpunct einer Anziehungssphäre von anderen ebenfalls darin schwebenden Wassertheilchen, die von jenem gleichmäßig angezogen werden, umgeben: so können sich letztere nur so lagern, daß sie eine Kugel um jenen Mittelpunct oder einen Tropfen bilden.

Außer der Anziehung der kleinsten Theilchen eines flüssigen Körpers wirkt aber noch eine andere Anziehungskraft, die Schwere. Dieser Kraft wegen können sich nur kleine Tropfen oder Kugeln bilden. Nur in solchen kleinen Kugeln sind die äußersten Theilchen nahe

genug am Mittelpuncte, um sich gegen die Schwerkraft in kugelförmiger Gestalt erhalten zu können. Bei größeren Kugeln sind die äußersten Theilchen so weit von ihrem Mittelpuncte entfernt, daß sie von der Schwere mehr, als von diesem Mittelpuncte angezogen werden. Daher ändert die Schwerkraft die kugelige Gestalt: die Tropfen werden, während des Fallens, länglich, und, nachdem sie auf den Boden gefallen sind, platt.

Auch die Luft gehört zu den flüssigen Körpern; dieser Flüssigkeitszustand ist aber von anderer Art. Während Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten, wie Oel, Weingeist, geschmolzenes Wachs, Metall, Glas u. s. w. selbst durch die stärkste Kraft nur äußerst wenig zusammengepreßt werden können, wie ich schon im ein und zwanzigsten Briefe (S. 109) bemerkt habe, läßt sich die Luft in hohem Grade zusammendrücken, wie dieß unter andern die Windbüchsen zeigen. So wie aber die zusammendrückende Kraft nachläßt, dehnt sich die Luft von selbst wieder aus; denn eben diese Ausdehnung ist es, welche die Kugel aus dem Laufe der Windbüchse, oder den Propfen aus den Hollunderbüchsen der Kinder, herausschleudert. Die Eigenschaft eines Körpers, der durch äußere Kraft zusammengepreßt worden ist, seinen vorigen Raum wieder einzunehmen, nennen wir expansive Elasticität. Daher heißen die Luftarten expansive oder elastisch flüssige Körper.

Eine bekannte Erscheinung zeigt den Unterschied zwischen der schwierigen Zusammendrückbarkeit der tropf-

barflüssigen und der leichten der luftförmigen Körper. Wird beim Abziehen des Weins oder Biers die Bouteille so voll gefüllt, daß der Propf unmittelbar auf der Flüssigkeit aufsitzt, und dann stark eingeschlagen, so zerspringt die Flasche. Bleibt hingegen zwischen der Flüssigkeit und dem Propfen etwas Luft, so läßt sich der letztere stark einschlagen, ohne daß ein Zerspringen der Flasche erfolgt. Im ersteren Falle giebt die Flüssigkeit nicht nach, weil sie äußerst wenig zusammendrückbar ist; im anderen wird hingegen die eingeschlossene Luft zusammengepreßt, und giebt nach.

Den festen, tropfbarflüssigen und elastischflüssigen Zustand der Körper nennt man die drei Aggregatformen, unter denen alle schwere Materie erscheint. Ich sage schwere — wägbare — Materie, um sie zu unterscheiden von den unwägbaren Materien, woraus Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus bestehen, und die sich unsern Sinnen auf ganz andere Weise, als unter jenen Aggregatformen offenbaren.

Sie sehen ohne mein Erinnern, daß die Aggregatformen der Körper in einer gewissen Abhängigkeit von der Wärme stehen müssen; denn durch mehr oder weniger Hitze schmelzen wir feste Körper, oder führen sie in den tropfbarflüssigen Zustand über. Schon die gemeine Erfahrung belehrt uns hierüber. Auf den Glashütten wird Glas, auf den Eisenhütten Eisen, zwei Körper geschmolzen, welche mehr oder weniger strengflüssig sind. Die Chemie bietet uns Hülfsmittel dar, noch viel strengflüssigere Metalle und Erden zu

schmelzen; ja mit Ausnahme der Kohle hat man alle Körper geschmolzen oder wenigstens zum anfangenden Schmelzen gebracht.

Durch höhere Hitzgrade kann man nicht bloß Wasser, sondern viele andere tropfbarflüssige Körper in den luftförmigen Zustand überführen. Selbst Metalle können in diesen Zustand übergehen. Die Arbeitsleute in den Bleihütten bekommen die sogenannte Bleikolik, weil sie Bleidämpfe d. h. Blei, welches in der starken Hitze der Schmelzöfen in den luftförmigen Zustand übergegangen ist und sich der atmosphärischen Luft beigemengt hat, in, wenn auch noch so geringen Mengen einathmen. In den Schmelzöfen der Hüttenwerke findet man mancherlei Schmelzproducte, welche durch Hitze verflüchtigt werden. Wir nennen die Körper, welche durch Hitze in den luftförmigen Zustand übergeführt werden, flüchtige, im Gegensatze von feuerbeständigen, die sich selbst in den höchsten Hitzgraden, die wir hervorbringen können, nicht verflüchtigen lassen. Ob nicht auch diese feuerbeständigen Körper bei noch höheren Hitzgraden, welche wir freilich mit unseren Mitteln nicht mehr erreichen können, flüchtig sind, darüber kann die Erfahrung nicht entscheiden.

So lange ein luftförmig gewordener Körper in diesem Zustande beharrt, hat er alle Eigenschaften einer Luft: nämlich Durchsichtigkeit und expansive Elasticität. Bringt man in einer kleinen Glasretorte (eine Glaskugel mit abwärts gebogener Glasröhre) Quecksilber zum Sieden, so geht das Quecksil-

der in den luftförmigen Zustand über; dieses luftförmig gewordene Quecksilber treibt die Luft in der Retorte fort, und erfüllt letztere, welche nun eben so durchsichtig ist, wie vorher, als sie mit gemeiner Luft erfüllt war. Verschließt man die Retorte, so daß das luftförmige Quecksilber nicht entweichen kann, und fährt man dennoch fort, das Metall im Sieden zu erhalten: so wird das Glas durch die sehr gesteigerte expansive Elasticität des luftförmigen Quecksilbers zersprengt.

Der luftförmige Zustand, in welchen irgend ein fester oder tropfbarflüssiger Körper übergeführt wird, dauert aber nur so lange, als die Hitze anhält. Unterbricht man das Sieden des Quecksilbers und läßt man die Retorte abkühlen, so kehrt das luftförmig gewordene Quecksilber wieder in den tropfbarflüssigen Zustand zurück. Es zeigen sich dann an verschiedenen Stellen in der Retorte und zunächst da, wo sie am schnellsten erkaltet, kleine Quecksilbertropfen. Solche durch Hitze luftförmig gewordene Körper nennt man unbeständige Luftarten oder Gase, und die Hitze, welche erforderlich ist, diesen Zustand herbeizuführen, den Siedepunct. Dieser Siedepunct oder der Temperaturgrad, bei welchem der Uebergang in den luftförmigen Zustand erfolgt, ist bei verschiedenen Körpern sehr verschieden. Wasser siedet bei 80° R., Quecksilber bei 288° R.; andere Metalle haben noch höhere Siedepuncte. Es giebt aber auch Körper, welche bei viel niedrigeren Temperaturen, als das Wasser sieden, wie Weingeist, Aether u. s. w. Die wasserfreie Blau-

säure, eine Flüssigkeit, welche Sie als eines der heftigsten Gifte, die es giebt, kennen, siedet schon bei 21° R. Sie kann daher nur in der Kälte dargestellt werden. Man würde alle Personen in einem Zimmer, dessen Wärme 21° oder darüber ist, vergiften, wenn man in demselben wasserfreie Blausäure destilliren wollte; es sei denn, daß man das Gefäß mit Eis umgäbe, und dadurch die luftförmig gewordene Säure tropfbar machte.

In der Regel kehren luftförmig gewordene Körper wieder in den tropfbarflüssigen Zustand zurück, wenn ihre Temperatur unter ihren Siedepunct sinkt. Viele jedoch, und namentlich das luftförmige Wasser, können weit unter ihrem Siedepuncte sich noch in diesem Zustande erhalten, obgleich sie sich mit abnehmender Temperatur immer mehr und mehr verdichten, d. h. in den tropfbaren Zustand zurückkehren.

Eine weise Anordnung hat dem Wasser die Eigenschaft verliehen, in allen Temperaturen, selbst noch unter dem Eispuncte, in den luftförmigen Zustand übergehen zu können. An diese Eigenschaft ist alles Leben auf Erden geknüpft; denn weder Regen, noch Schnee, weder Thau noch Nebel, kurz, keine wässrigen Niederschläge könnten aus dem Luftkreise erfolgen, wenn das Wasser, wie einige andere Flüssigkeiten, erst bei seinem Siedepuncte sich verflüchtigen könnte. Siedehitze müßte dann auf Erden herrschen, wenn dennoch Wasser dem Luftkreise zugeführt werden sollte; in dieser Hitze könnten aber weder Pflanzen noch Thiere leben.

Wer noch glauben könnte, der Zufall regiere die Welt, dem Zufalle sei Alles, unser körperliches, wie unser geistes Leben unterworfen, der strebe nur nach Kenntnissen im Gebiete der Naturwissenschaften: ein einziges Gesetz, wie das in Rede stehende, wird ihn zur Ueberzeugung bringen, daß nur eine unendliche Weisheit jedem Körper solche Eigenschaften zutheilen konnte, wodurch er ein nützliches, ein nothwendiges Glied in der ganzen Kette der geschaffenen Dinge ward.

Außer den unbeständigen Luftarten oder Gasen giebt es auch beständige oder permanente, d. h. solche luftförmige Körper, welche nur in diesem Zustande bestehen. Während der luftförmige Zustand der unbeständigen Gase abhängig ist von der Wärme, bleiben die beständigen Gase selbst in den höchsten Kältegraden, welche in den kalten Erdstrichen herrschen, ja selbst in der noch höheren Kälte, die der Chemiker künstlich hervorzubringen vermag, luftförmig.

Von solcher Art sind die beiden Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft, welche uns und die ganze Erde umgiebt; denn Sie werden bald sehen, daß dieselbe nicht, wie man früher glaubte, ein Element, sondern aus zwei ganz verschiedenen Luftarten zusammengesetzt ist.

Die sämmtlichen luftförmigen Körper, beständige wie unbeständige, welche unsere Erde umhüllen, begreifen wir unter dem Namen Atmosphäre oder Dunstkreis. In der griechischen Sprache heißt nämlich Atmos Dampf, Rauch, Dunst, und Sphaera die Kugel. So

wie unsere Erde eine an den Polen abgeplattete Kugel, ein Sphäroid ist, so hat auch die Atmosphäre dieselbe Gestalt. Sie ist aber verhältnißmäßig noch mehr abgeplattet, als die Erde, weil in der heißen Zone die Luft mehr erwärmt und ausgedehnt ist, als in den kalten Zonen. Dort ist also die Luftsäule höher wie hier. Unrichtig ist die Vorstellung, als wenn die Erde in einem für sich bestehenden Luftmeere gleichsam schwämme; beide machen vielmehr ein Ganzes aus. Die Höhe der Luft ist aber, wenigstens bis dahin, wo sie noch die uns bekannten Eigenschaften luftförmiger Körper hat, gegen den Halbmesser unserer Erde sehr klein.

Die Luftarten gehören, wie ich schon bemerkt habe, zu den durchsichtigsten Körpern; aber vollkommen durchsichtig sind sie doch nicht. Ein vollkommen durchsichtiger Körper würde nämlich ein solcher sein, der alles Licht ohne den mindesten Verlust durchließe. Dieß ist aber bei der Luft eben so wenig, wie bei anderen durchsichtigen Körpern der Fall.

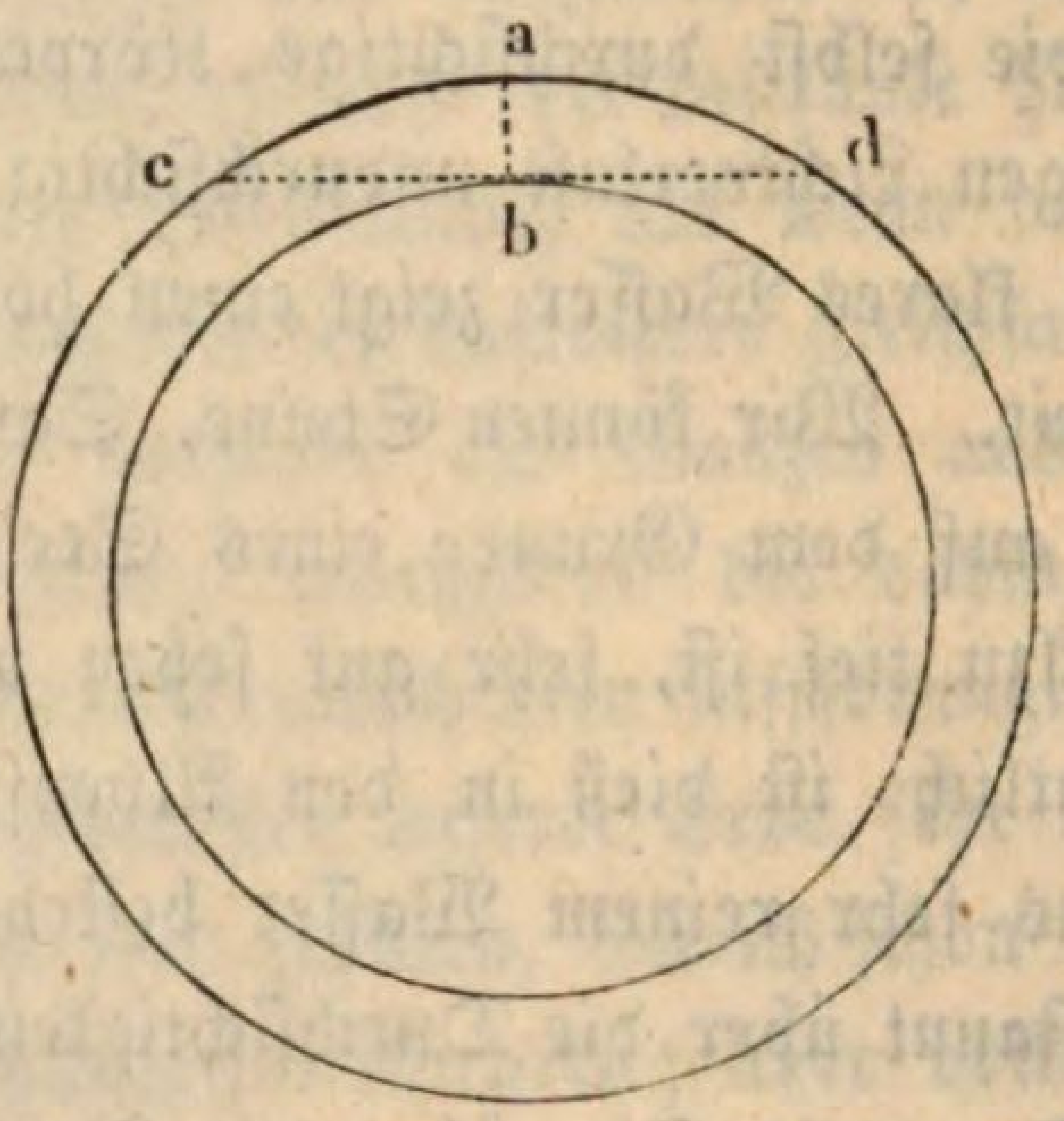
Ich bitte, die Sache sich durch einige Beispiele versinnlichen zu wollen. Nächst der Luft gehören Glas und Wasser zu den durchsichtigsten Körpern. Durch die Glasscheiben unserer Fenster können wir, wenn sie von reinem Glase, besonders wenn sie geschliffen sind, die äußeren Gegenstände fast eben so deutlich, wie durch das geöffnete Fenster sehen. Stellt man aber sehr viele Glasplatten hinter einander, so werden sie einen kaum noch merklichen Theil des Lichtes durchlassen, oder ganz undurchsichtig werden. Man hat 74 Glastafeln

hinter einander gestellt, und durch sie nach der hoch am Himmel stehenden Sonne gesehen: es blieb nur noch ein matter Schein des Sonnenlichtes übrig. Man hat daraus berechnet, daß durch jede einzelne Glasplatte ungefähr $\frac{1}{5}$ des durchgehenden Lichtes verloren geht. Sie sehen, wie selbst durchsichtige Körper, wie Glas, durch allmäligen Lichtverlust undurchsichtig werden.

Reines klares Wasser zeigt einen hohen Grad von Durchsichtigkeit. Wir können Steine, Sand und andere Gegenstände auf dem Grunde eines See's, wenn derselbe nicht allzu tief ist, sehr gut sehen und unterscheiden. Namentlich ist dieß in den Alpensee'n der Fall, weil diese aus sehr reinem Wasser bestehen. Sie waren Selbst erstaunt über die Durchsichtigkeit des Wassers im Zürcher-See, als Sie über die Brücke bei Zürich gingen. In Tiefen von 20 bis 30 Fuß konnten Sie noch die kleinsten Steinchen und Thiere recht gut erkennen. Dieß hat aber seine Grenzen; denn wird die Tiefe des reinsten Wassers sehr bedeutend, so kann man Gegenstände auf dem Grunde nicht mehr erblicken. Nach angestellten Beobachtungen würde Meerwasser von 680 Fuß Tiefe gar keine Sonnenstrahlen mehr durchlassen; in dieser Tiefe würde daher unser Auge kein merkliches Licht mehr wahrnehmen.

Im Vergleiche mit Glas und Wasser ist die Luft bei weitem durchsichtiger; denn man kann annehmen, daß die Sonnenstrahlen, welche Mittags zur Sommerzeit fast senkrecht durch die Atmosphäre gehen, nur den vierten oder fünften Theil von dem Lichte verlieren,

welches sie vor ihrem Eintritte in dieselbe hatten. Bei diesem senkrechten Durchgange nehmen sie den kürzesten Weg a b durch die Atmosphäre, wenn in nachstehender Figur der innere Kreis die Erde, der äußere die Grenze



der Atmosphäre bezeichnet. Beim Auf= oder Untergang der Sonne nehmen aber die Sonnenstrahlen den bei weitem längeren Weg durch c b oder d b, auf welchem sie bei weitem mehr von ihrem Lichte verlieren.

Dieß haben Sie gewiß schon oft wahrgenommen, ohne vielleicht darauf geachtet zu haben, wenn Sie beim Auf= oder Untergang der Sonne in dieselbe, ohne Nachtheil für Ihre Augen, gesehen haben, was zur Mittagszeit nicht möglich ist: ein Beweis, daß in jenem Falle bei weitem nicht so viel Licht in unsere Augen gelangt, als in diesem.

Beachten Sie diese beiden Umstände, so werden Sie Sich überzeugen, daß die Sonnenstrahlen, so wie

überhaupt die Lichtstrahlen um so mehr von ihrem Lichte in der Luft verlieren, je länger der Weg ist, den sie in dieser zurücklegen. Denn wenn die Sonnenstrahlen auf ihrem Wege von c nach b oder von d nach b so geschwächt werden, daß sie in unsere Augen ohne Beschädigung derselben fallen können: so müssen sie auch auf dem kürzeren Wege a b schon einen Theil ihres Lichtes verlieren.

Wohin kommt das Licht, welches die Lichtstrahlen auf ihrem Wege durch die Luft verlieren, werden Sie fragen? — Die Antwort ist: es erleuchtet die Luft. Gestatten Sie mir, in die Sache etwas genauer einzugehen.

Wir sehen die uns umgebenden Gegenstände nur dann, wenn sie erleuchtet sind: d. h. wenn von irgend einem leuchtenden Körper, sei es die Sonne oder eine brennende Kerze, Lichtstrahlen auf sie fallen. Diese Lichtstrahlen werden von den Gegenständen mehr oder weniger zurückgeworfen; sie gelangen in unsere Augen, und wir sehen die Gegenstände. Befinden sich letztere in der Dunkelheit, fallen also keine Lichtstrahlen auf sie: so können wir sie nicht sehen.

Je undurchsichtiger ein Körper ist, desto mehr wirft er die auf ihn fallenden Lichtstrahlen zurück, desto besser können wir ihn sehen. Daher sehen wir die Metalle, die undurchsichtigsten unter allen Körpern, schon in großen Entfernungen, besonders wenn sie glatte Oberflächen haben, d. h. wenn sie polirt sind. Den vergoldeten Knopf auf einer Kirchthurm-Spitze sehen wir

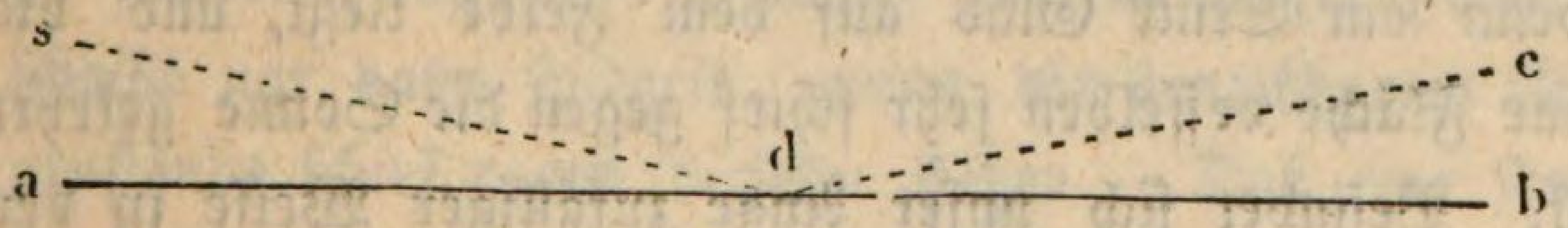
oft Meilen weit und früher als den Kirchthurm selbst. Da umgekehrt ein Körper um so weniger Licht zurückwirft, je durchsichtiger er ist: so werden die durchsichtigen Körper um so schwieriger gesehen werden, je durchsichtiger sie sind. So können wir in großer Entfernung von einem Hause nicht mehr unterscheiden, ob Glasscheiben in den Fenstern sind oder nicht. Ein Wilder, der nie eine Fensterscheibe gesehen hätte, würde mit seinen Händen in sie greifen, wie ein Vogel, der in unsere Zimmer fliegt, sich an den Fensterscheiben, durch welche er zu entweichen sucht, den Schnabel zerstößt.

Sie machen vielleicht die Einwendung, daß man manchmal gerade die durchsichtigsten Körper, Wasser und Glas, in sehr großen Entfernungen sieht. Sie führen als Beispiele an, daß man einen Fluß, einen See oder das Meer in großer Weite als silberglänzende Streifen sieht, daß die Fensterscheiben eines Gebäudes bei untergehender Sonne oft im schönsten Goldglanze prangen u. s. w., daß ein Stück Glas, welches zufällig auf dem Felde liegt, manchmal mit so hellem Lichte glänzt, daß unsere Augen den Glanz kaum ertragen können. Diese Widersprüche sind aber nur scheinbar, und hängen mit einem anderen Gesetze zusammen, welches wir näher betrachten wollen.

Lichtstrahlen werden, wenn sie aus der Luft in Wasser oder in Glas übergehen, und auf diese durchsichtigen Körper schief fallen, von ihrem geradlinigen Wege abgelenkt, oder gebrochen. Daher kommt es un-

ter andern, daß ein schief im Wasser stehender Stock, der mit dem einen Ende herausragt, gebrochen erscheint. Fallen aber Lichtstrahlen sehr schief auf Wasser oder Glas, so werden sie nicht mehr gebrochen, sondern zurückgeworfen. Solche durchsichtige Körper wirken dann wie Spiegel.

Es sei a b die Oberfläche eines Flusses oder eines See's, in der Richtung d s stehe die Sonne und unser Auge befinde sich in c. Die Sonnenstrahlen, welche auf den Wasserspiegel in der Richtung s d fallen, werden gerade so zurückgeworfen, als wenn die Oberfläche des Wassers ein wahrer Spiegel wäre, und gelangen in der Richtung d c in unser Auge. So fallen unzählige Sonnenstrahlen auf den Wasserspiegel, und



werden in unser Auge zurückgeworfen, wodurch uns das Wasser im Silberglanze erscheint. In das Auge gelangen fast alle Strahlen, welche von der Sonne auf die Oberfläche des Wassers schief fallen, und es ist beinahe dasselbe, als wenn sie unmittelbar in das Auge kämen, weßhalb es fast eben so geblendet wird, wie durch die unmittelbaren Sonnenstrahlen. Je niedriger die Sonne steht, desto schiefer fallen ihre Strahlen auf die Oberfläche des Wassers und desto mehr werden sie zurückgeworfen. Es dürfte Ihnen nun anschaulich

sein, warum eine Wasserfläche um so mehr glänzt, je niedriger die Sonne steht. Daher zeigt sich diese Erscheinung am vollkommensten kurz nach dem Aufgange und kurz vor dem Untergange der Sonne, und daher kommt es, daß eine entfernt von uns befindliche Wasserfläche in dem Augenblicke, wo die Sonne auf- oder untergeht, sichtbar wird.

Genau dieselbe Bewandtniß hat es mit dem Goldglanze, womit die Fensterscheiben eines weit von uns entfernten Gebäudes beim Auf- oder Untergange der Sonne prangen. Es ist nur der Unterschied, daß die Scheiben nicht wagrecht wie das Wasser, sondern senkrecht stehen. Es muß aber dieselbe Bedingung wie beim Wasser stattfinden: die Scheiben müssen schief gegen die Sonne gekehrt sein. Und eben so verhält es sich, wenn ein Stück Glas auf dem Felde liegt, und die eine Fläche desselben sehr schief gegen die Sonne gekehrt ist. Befindet sich unser Auge zufälliger Weise in der Richtung der zurückgeworfenen Sonnenstrahlen, so erscheint das Glas fast in demselben Glanze, wie die Sonne. Verändern wir unsern Standpunct nur um etwas, so daß die zurückgeworfenen Sonnenstrahlen nicht mehr in unser Auge gelangen, so verschwindet augenblicklich das leuchtende Glas. Daher wird es auch von dem einen Beobachter gesehen, von dem andern, welcher sich ganz nahe neben jenem befindet, nicht, weil die Sonnenstrahlen in das Auge des Einen, nicht aber in das des Andern gelangen. Sie überzeugen sich, daß diese Erscheinung stattfinden kann, es mag die Sonne

hoch oder niedrig stehen: es kommt nur darauf an, daß irgend eine Fläche des Glases schief gegen die Sonne gerichtet ist.

Ich mache Sie noch auf eine ähnliche Erscheinung aufmerksam, die Sie schon längst wahrgenommen haben, und jeden Augenblick wahrnehmen können. Stellen Sie Sich in schiefer Richtung gegen die äußere Fläche eines geöffneten Fensters: so spiegeln sich die gegenüber liegenden Häuser oder andere Gegenstände auf demselben ab. Die Lichtstrahlen, welche von diesen Gegenständen ausgehen, fallen schief auf die Glasscheiben, werden zurückgeworfen und wirken wie ein Spiegel. Es zeigt sich nur der Unterschied, daß der Glasspiegel, weil seine hintere Fläche durch Zinnfolie undurchsichtig gemacht ist, die Lichtstrahlen auch dann zurückwirft, wenn sie senkrecht auffallen, während die unbelegte Fensterscheibe nur dann spiegelt, wenn die benachbarten Gegenstände schief gegen dieselbe stehen. Daß eine Fensterscheibe als ein Spiegel beim Ankleiden benutzt werden kann, wenn Sie es öffnen und Sich schief gegen dasselbe stellen, ist Ihnen längst bekannt.

Sie haben gesehen, unter welchen Umständen selbst durchsichtige Körper, wie Wasser und Glas, das Licht zurückwerfen können.

Da die Körper um so weniger Licht zurückwerfen, je durchsichtiger sie sind: so wird ein vollkommen durchsichtiger Körper gar kein Licht mehr zurückwerfen, und da wir Körper nur sehen können, wenn sie Licht zurückwerfen: so wird ein vollkommen durchsichtiger

Körper gar nicht mehr von uns wahrgenommen werden. Wollen Sie Sich dieß durch ein Beispiel versinnlichen.

Verfinstern Sie ein Zimmer durch Verschließen der Läden so vollkommen, daß auch nicht das mindeste Licht in dasselbe dringen kann, und lassen Sie ein kleines Loch durch einen gegen die Sonne gekehrten Fensterladen bohren: so erblicken Sie im Zimmer einen Lichtstreifen und da, wo sich derselbe an der Wand oder auf dem Fußboden endigt, einen runden erleuchteten Fleck. Was würden Sie aber wahrnehmen, wenn die Luft ein vollkommen durchsichtiger Körper wäre? — Der Lichtstreifen im Zimmer würde sich nicht zeigen, nur den erleuchteten Fleck an der Wand könnten Sie wahrnehmen, weil diese, als ein undurchsichtiger Körper, das durch die Oeffnung im Fensterladen empfangene Licht zurückwerfen würde. Da Sie aber den Lichtstreifen sehen, wenn gleich viel schwächer, als den hellen Fleck auf der Wand: so zeigt dieß ganz augenscheinlich, daß die Luft kein vollkommen durchsichtiger Körper ist. Der größte Theil des Lichtes geht ungehindert durch den Luftraum, was aber nicht durchgeht, wird zurückgeworfen, gelangt in unser Auge, und so wird dieser Streifen sichtbar.

Brächten Sie einen anderen Körper, der weniger durchsichtig wie Luft wäre, in den Lichtstreifen, z. B. eine mit Wasser gefüllte Glasröhre, durch welche die Lichtstrahlen gehen müßten: so würde der Lichtstreifen viel heller als in der Luft erscheinen; denn durch das weniger durchsichtige Wasser dringt weniger Licht, als

durch die durchsichtigere Luft; vom Wasser würde daher mehr Licht, als von der Luft zurückgeworfen werden. Aber eben deßhalb würde der erleuchtete Fleck an der Wand weniger hell erscheinen.

Welchen ungemeinen Nutzen die Eigenschaft der Luft, nicht vollkommen durchsichtig zu sein, gewährt, werde ich zum Gegenstande der Unterhaltung im nächsten Briefe machen.

Sechs und zwanzigster Brief.

Durch einfache Betrachtungen werden Sie Sich von dem großen Nutzen überzeugen, den die Eigenschaft der Luft, daß sie nicht vollkommen durchsichtig ist, sondern einen Theil des von einem leuchtenden Körper durch sie dringenden Lichtes zurückwirft, der Menschheit gewährt.

Wäre die Luft vollkommen durchsichtig, so würden wir nur diejenigen Körper sehen, welche unmittelbar vom Sonnenlichte oder von künstlichem Lichte getroffen werden. Alle übrigen Körper würden in Finsterniß sich befinden, oder doch nur dann sichtbar werden, wenn sie von den Lichtstrahlen eines beleuchteten Körpers getroffen würden.

In dem Augenblicke der untergegangenen Sonne würden wir, und alle uns umgebenden Gegenstände in völlige Finsterniß gehüllt werden, und wenn auch in demselben Augenblicke, bei heiterem Himmel, alle Sterne zum Vorschein kämen: so würde doch längere Zeit ver-

streichen, ehe sich unser Auge an das schwache Sternenlicht gewöhnt hätte. Es würde geschehen, was geschieht, wenn wir aus einem durch die Sonne erleuchteten Raume plötzlich in einen finstern Keller treten, der von außen eben so sparsames Licht erhält, wie unsere Erde vom gestirnten Himmel. Wir würden im ersten Augenblicke gar nichts sehen, und der Wanderer in unbekannten Gegenden würde auf Irrwege gerathen, oder er müßte wenigstens so lange stille stehen, bis sich sein durch das Tageslicht geblendetes Auge an das schwache Sternenlicht, welches allein ihn von nun an nur noch leiten könnte, gewöhnt hätte. Alle Beschäftigungen der Menschen würden augenblicklich zum Stillstande kommen, wenn nicht der Moment des Sonnenuntergangs wahrgenommen und künstliches Licht in Bereitschaft gehalten würde. In der That, es müßte der Sonnenuntergang durch ein Zeichen verkündet, etwa geläutet oder eine Kanone losgeschossen werden, damit diejenigen, welche diesen Moment vergäßen, daran erinnert würden. Störungen, Unordnungen aller Art, selbst Unglücksfälle, würden eintreten, wenn dieser Augenblick verpaßt würde, ohne daß man gleichzeitig Lichter anzündete.

Eine muntere Gesellschaft im lebhaften Gespräche würde augenblicklich in völlige Finsterniß gerathen. Keiner würde den Andern mehr erkennen; mit Mühe würden Lichter anzuzünden sein. Alle Menschen auf den Straßen würden augenblicklich stille zu stehen gezwungen sein und diejenigen, welche an gefährlichen

Orten sich befänden, würden die größte Gefahr laufen, zu verunglücken. Es müßte von den Autoritäten verboten werden, in der Nähe des Sonnenuntergangs das Ufer eines Flusses, oder einen steilen Abhang zu betreten, oder eine Leiter zu besteigen. Mögen Sie Sich das Bild weiter ausmalen, was sich Alles zutragen würde, wenn die Luft ein vollkommen durchsichtiger Körper wäre.

Eben so grell als der Uebergang vom Tage zur Nacht beim Sonnenuntergange, würde umgekehrt der Uebergang von der Nacht zum Tage beim Sonnenaufgange sein. Die Abend- und Morgen-Dämmerung würde gänzlich wegfallen. Der in einem Zimmer gegen Morgen Schlafende würde durch die ersten Sonnenstrahlen aus der Finsterniß in den Tag versetzt werden, und augenblicklich aufwachen, während derjenige, welcher nach anderen Himmelsgegenden gekehrt schliefe, erst sehr spät von den Sonnenstrahlen oder auch gar nicht von denselben geweckt werden würde.

Wir sind aber noch nicht am Ende in der Erzählung der mancherlei Wechsel zwischen Licht und Finsterniß, welche sich jeden Augenblick zutragen würden.

Kämen wir in den Schatten, gingen wir vor einem Berge, vor einem Hause oder Baume, welche die Sonne verbergen, vorüber: so würden wir augenblicklich in Finsterniß versetzt werden, oder es würde doch nur das wenige Licht in unser Auge gelangen, welches benachbarte Gegenstände, die noch erleuchtet wären, zurückwerfen. In einer Straße, deren eine Häuser-

Reihe die Sonne verdeckte, würde nur beim hohen Stande derselben, wenn die gegenüberstehenden Häuser noch von ihr getroffen würden, das Licht, welches die beleuchteten Häuser zurückwürfen, auf das Pflaster fallen. In dem Augenblicke, wo sich die Sonne so weit neigte, daß kein Haus mehr von ihr beschienen werden könnte, würden nur die Sterne das Straßenpflaster beleuchten, wenn sie sichtbar wären. In einer solchen Straße würde Nacht sein, während in einer angrenzenden, welche noch Sonnenlicht empfänge, heller lichter Tag wäre.

Ebenso würde es uns in Thälern ergehen. Auch sie würden plötzlich in Finsterniß gehüllt werden, wenn die Gebirgsabhänge kein Licht mehr von der Sonne empfingen.

Unsere Zimmer, welche nicht der Sonne zugekehrt wären, würden beständig finster sein. Die gegen Norden gekehrten würden nie, oder doch nur schwach erleuchtet werden, wenn ein gegenüberstehendes Haus von den Sonnenstrahlen getroffen würde.

Am aller wundersamsten, oder wenn wir das Kind beim rechten Namen nennen, am allerverkehrtesten und unerträglichsten würde es auf dem von der Sonne beschienenen Lande und Meere sein. Wir würden im Lichte und in der Finsterniß zugleich wandeln. Die Erde und alle Gegenstände auf ihr, die von den Sonnenstrahlen getroffen werden, würden erleuchtet und noch mehr, als bei der gegenwärtigen Einrichtung der Dinge erleuchtet sein; denn wäre die Luft vollkommen durch-

sichtig, so würden die durch sie dringenden Sonnenstrahlen gar nicht geschwächt werden, sondern mit ihrer vollen Kraft die von ihnen getroffenen Körper beleuchten. Richteten wir aber unsere Augen gen Himmel, so würden wir nur einen einzigen erleuchteten Fleck, die Sonnenscheibe, wahrnehmen. Deren Licht würden wir jedoch noch weniger als beim dermaligen Zustande der Dinge ertragen können. Es würde also gerade so sein, wie wenn wir jetzt durch ein im Innern geschwärztes Rohr nach der Sonne sähen. Der ganze übrige Himmel würde uns vollkommen schwarz erscheinen, und wir würden am hellen Tage die Sterne neben der Sonne sehen.

Daß alles dieses nicht so ist, wie wir es geschildert haben, verdanken wir einzig und allein der Eigenschaft der Luft, nicht vollkommen durchsichtig zu sein. Daher rührt es, daß von der stärksten Erleuchtung unserer Erde zur Mittagszeit bis dahin, wo keine Lichtstrahlen von der untergegangenen Sonne in unsere atmosphärische Luft mehr gelangen, eine beständige und regelmäßige Abnahme des Lichtes stattfindet. Mittags nehmen die Sonnenstrahlen den kürzesten Weg durch die Atmosphäre, sie verlieren also am wenigsten Licht; je mehr sich aber die Sonne neigt, desto länger wird der Weg, den sie nehmen und desto mehr wird das Licht geschwächt. Geht die Sonne unter, so haben ihre Strahlen den längsten Weg durch die Luft erreicht; aber selbst nach dem Untergange dringen noch bis zu einer gewissen Zeit ihre Strahlen durch die Luft und

erleuchten sie. So wie die Erleuchtung der Erde von der Mittagszeit bis dahin, wo gar keine Sonnenstrahlen mehr in die Atmosphäre fallen, regelmäßig abnimmt: so nimmt lange vor Sonnenaufgang an bis Mittag die Erleuchtung eben so regelmäßig zu.

Wie wohlthätig diese regelmäßige Zu- und Abnahme der Erleuchtung der Erde auf unsere Augen wirkt, sehen wir beim plötzlichen Wechsel zwischen Licht und Finsterniß. Kommen wir aus einem dunkeln Keller in das Sonnenlicht, so werden unsere Augen geblendet, und es dauert einige Zeit, ehe wir wieder deutlich sehen können, und umgekehrt sind wir wie erblindet, wenn wir aus dem Sonnenlichte in einen dunkeln Raum gelangen.

Die Vorsehung hat zwar das Auge so eingerichtet, daß es stets eine seiner Empfindlichkeit angemessene Menge Licht erhält; denn die Sehe oder Pupille in unserm Auge, durch welche die Lichtstrahlen eindringen, erweitert sich bei schwachem und verengert sich bei starkem Lichte. Allein zu dieser Verengung beim Eintritte in starkes Licht und zu dieser Erweiterung im schwachen Lichte ist einige Zeit erforderlich, wie man deutlich wahrnimmt, wenn man in das Auge eines Menschen oder Thieres, welche so eben aus der Finsterniß in das Licht gekommen sind, sieht. Während dieser Verengung oder Erweiterung der Pupille ist unser Sehevermögen bedeutend gestört. Je langsamer daher der Uebergang vom stärksten Lichte bis zur Finsterniß oder von dieser in jenes erfolgt, desto allmäliger kann die

Pupille sich erweitern oder verengen, ohne daß das Sehevermögen merklich gestört wird.

Der plötzliche Uebergang vom stärksten Lichte bis zur Finsterniß beim Sonnenuntergange, und umgekehrt von dieser zu jenem beim Sonnenaufgange würde weniger nachtheilig unseren Augen sein, da er täglich nur zwei Mal stattfände. Denken Sie Sich aber, wie nachtheilig, ja wie zerstörend es auf sie wirken müßte, wenn solche plötzliche Veränderungen fast jeden Augenblick erfolgten, wenn ein Blick gegen den Himmel sie in völlige Finsterniß, und ein Blick auf die stark erleuchtete Erde oder in die Sonne sie in das grellste Licht brächte! — Durch solche plötzliche und immer sich wiederholende Wechsel zwischen Licht und Finsterniß würde die Sehekraft unserer Augen, wie sie jetzt eingerichtet sind, für immer zerstört werden.

Darum wollen wir die Weisheit der göttlichen Vorsehung, wie in allen Dingen, so auch darin preisen, daß sie die Luft nicht völlig durchsichtig gemacht hat. Darum wollen wir sie auch da preisen, wo es unserm beschränkten Verstande noch nicht gelungen ist, die Nothwendigkeit einzusehen, daß Verhältnisse in der Natur so und nicht anders sind, und selbst dann noch, wenn wir dadurch belästigt werden. Ueberall ist ein nothwendiger Zusammenhang, Alles ist auf das Zweckmäßigste geordnet.

Die vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang stattfindende Helligkeit heißt bekanntlich die Dämmerung. Diese Helligkeit rührt also davon her, daß die

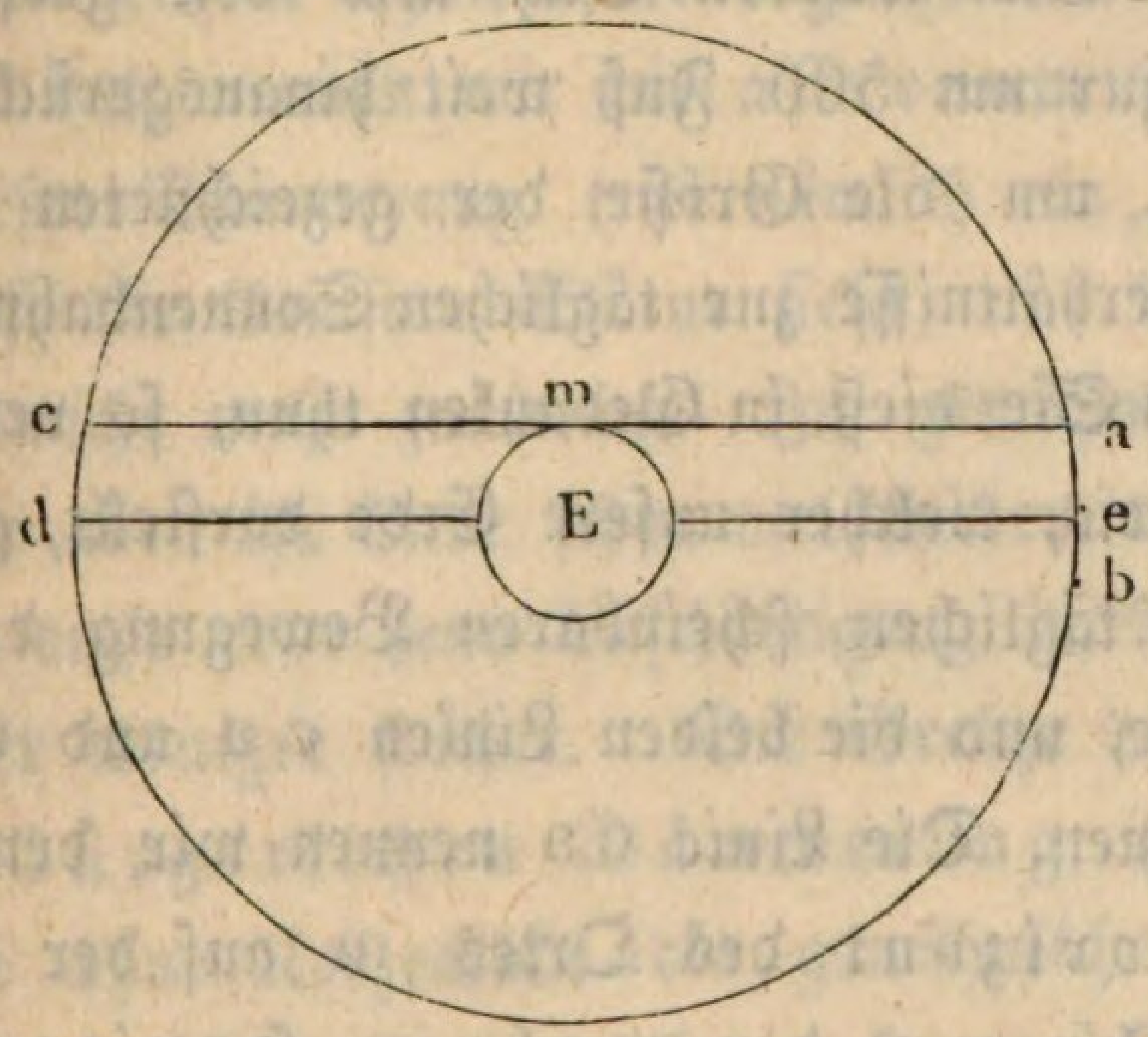
höhern Luftschichten schon lange vor Aufgang und noch lange nach Untergang der Sonne von ihr beschienen werden. Nur geringen Antheil an dieser Helligkeit hat das Licht, welches die Gegenstände auf der Erde zurückwerfen; denn selbst in Zimmern, die wenig oder gar kein Licht von irdischen Gegenständen zurückgeworfen erhalten, ist es sehr hell. Auch das Licht, welches die Wolken zurückwerfen und das die allgemeine Tageshelle sehr vermehrt, wenn der Himmel bei schönem Sonnenscheine an vielen Stellen mit weißen Federwolken belegt ist, trägt wenig zu jener Helligkeit bei; denn es bleibt immer hell genug, wenn auch nur die wolkenlose Luft, der blaue Himmel, unsere Zimmer beleuchtet.

Ganz genau hat also die Vorsehung der Luft denjenigen Grad von Durchsichtigkeit verliehen, der sie geschickt macht, so viel Licht zurückzuwerfen, daß wir in den von der Sonne nicht beschienenen Stellen, in unsern gegen Norden gelegenen Zimmern, sehen und unsere gewöhnlichen Beschäftigungen verrichten können. Das unmittelbare Sonnenlicht ist sogar für die meisten unserer Beschäftigungen zu stark. Wir meiden es und halten es durch Vorhänge oder Schirme ab. Wäre die Luft noch etwas weniger durchsichtig, als sie ist, so würde zwar die Helligkeit in unsern Zimmern zur Zeit der Dämmerung noch etwas größer sein; wir würden aber entferntere Gegenstände weniger deutlich sehen, und wäre umgekehrt die Luft etwas durchsichtiger, so würden wir zwar in größeren Entfernungen deutlich sehen, unsere Zimmer gegen Norden würden aber weniger erleuchtet werden.

Bei der gegenwärtigen Einrichtung ist hingegen die schönste Harmonie. Die Natur hat so viel von der Durchsichtigkeit der Luft aufgeopfert, als nöthig ist, um die anderen wichtigeren Zwecke zu erreichen. Würde wohl der kurzsichtige Mensch, würde wohl eine noch so sehr erleuchtete constituirende Versammlung, wenn sie diese Verhältnisse zu ordnen gehabt hätte, an dieses rechte Maaß der Durchsichtigkeit der Luft gedacht haben? — Vielleicht eben so wenig, als sie das rechte Maaß der Freiheit des Volkes zu finden vermochte. Wahrscheinlich würde sie den Gewinn, auch die entferntesten Gegenstände noch deutlich sehen zu können, für den Hauptzweck genommen haben. Der erste Sonnenblick jedoch, der erste Auf- und Untergang der Sonne würde sie belehrt haben, daß sie weit neben das Ziel geschossen hätte; sie würde mit dem Verluste der Sehekraft ihrer Augen ihren Irrthum erkannt haben. Darum wohl uns, daß nicht der Mensch, sondern eine unendliche Weisheit die Dinge geordnet hat.

Sinkt die Sonne 18 Grad unter den Horizont hinab, so werden alle Sterne, welche das Auge zu erkennen vermag, sichtbar; die Dunkelheit tritt dann vollkommen ein. Damit Sie Sich diesen Stand der Sonne versinnlichen können, wollen Sie bemerken, daß man den ganzen Kreis, welchen die Sonne bei ihrer scheinbaren täglichen Bewegung um unsere Erde beschreibt, in 360 Grade theilt. Da 18 Grade den 20sten Theil hiervon ausmachen, so dürfen Sie nur den Kreis des täglichen Sonnenlaufes in 20 gleiche Theile in Gedanken theilen,

um den Theil des Bogens zu finden, den die Sonne nach ihrem Untergange und bis zum Eintritte der völligen Dunkelheit beschreibt. Diese Schätzung können Sie am besten zur Zeit der Frühlings- oder Herbst-Nachtgleiche machen, weil dann der Bogen, den die Sonne über uns beschreibt, genau so groß ist, wie der, welchen sie unter uns beschreibt. Die nachstehende Figur wird Ihnen die Sache versinnlichen.



E bezeichne unsere Erde, der große Kreis sei der tägliche scheinbare Sonnenlauf zur Zeit der Frühlings- oder Herbst-Nachtgleiche um die Erde. Der Bogen a b ist der 20ste Theil des ganzen Kreises. Beim Untergange steht die Sonne in a und hat sie noch den Weg bis b zurückgelegt, so erfolgt der Eintritt der völligen Dunkelheit, oder die Abenddämmerung hört auf.

Die Zeichnung stellt aber nicht das wahre Verhältniß dar; denn der Kreis, welchen die Sonne um unsere Erde bei ihrer täglichen Bewegung zu beschrei-

ben scheint, ist im Verhältnisse zu ihrem Umkreise viel zu klein. Die Entfernung der Sonne von unserer Erde beträgt nämlich 20666800 geographische Meilen, während der Halbmesser unserer Erde nur $859\frac{1}{2}$ Meilen ist. Da jene Zahl das 24045fache von dieser ist, und in der Figur der Halbmesser der Erde $\frac{1}{4}$ Zoll beträgt: so müßte der Halbmesser des Kreises der täglichen scheinbaren Bewegung der Sonne um die Erde 500 Fuß betragen. Sie würden Sich also den großen Kreis in der Figur um 500 Fuß weit hinausgerückt zu denken haben, um die Größe der gezeichneten Erde im richtigen Verhältnisse zur täglichen Sonnenbahn zu bringen. Wenn Sie dieß in Gedanken thun, so verschwindet fast der Kreis, welcher unsere Erde darstellt, gegen den Kreis der täglichen scheinbaren Bewegung der Sonne um dieselbe, und die beiden Linien c a und d e fallen fast zusammen. Die Linie c a nennen wir den scheinbaren Horizont des Ortes m auf der Erde, die Linie d e hingegen den wahren Horizont derselben. Die Entfernung der Sonne von unserer Erde ist also so groß, daß scheinbarer und wahrer Horizont fast zusammenfallen, oder daß die scheinbare Bewegung der Sonne über dem Orte m, zur Zeit der Frühlings- oder Herbst-Nachtgleiche, fast eben so lange, wie die unter ihm dauert.

Die tägliche Bewegung der Sonne um die Erde habe ich eine scheinbare genannt. Sie wissen warum. Nicht die Sonne ist es, welche sich von Morgen gegen Abend um unsere Erde dreht, sondern diese ist

es, die sich in entgegengesetzter Richtung, d. h. von Abend gegen Morgen um ihre Axe dreht. Wollen Sie indeß bemerken, daß es für die Morgen- und Abenddämmerung, wie überhaupt für alle Erscheinungen, welche sich am Himmel zutragen, ganz einerlei ist, ob die Sonne stillsteht, und die Erde sich dreht, oder umgekehrt ob diese still steht und jene sich bewegt.

Die Dämmerung, welche so lange anhält, bis die Sonne den 20sten Theil ihrer täglichen Umdrehung zurückgelegt hat, nennen wir die astronomische. Das Ende dieser Dämmerung tritt nämlich ein, wenn man alle, selbst die kleinsten Sterne sieht, und die Dunkelheit nun nicht mehr zunimmt. Im gewöhnlichen Leben setzen wir aber ihr Ende schon viel früher, und je nachdem wir diese oder jene Beschäftigung im Auge haben, mehr oder weniger früher. Die Grenze dieser so genannten bürgerlichen Dämmerung ist die Zeit, wo man ohne Kerzenlicht die gewöhnlichen Geschäfte im Zimmer nicht mehr vornehmen kann. Da aber die Lage des Zimmers, ob gegen West oder gegen Ost, so wie die Schärfe des Auges hierbei eine bedeutende Verschiedenheit bewirkt: so ist diese Bestimmung nicht genau. Man kann ungefähr annehmen, daß man Mitte Sommers Druckschriften, je nach der verschiedenen Größe der Buchstaben, bei ganz heiterm Himmel und freier Aussicht gegen Westen, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenuntergang noch lesen kann.

Die Dauer der astronomischen Dämmerung ist in verschiedenen geographischen Breiten, und in ver-

schiedenen Jahreszeiten sehr ungleich. Man kann sie für jeden Ort auf der Erde berechnen. Beispielsweise führe ich folgendes an.

Am kürzesten Tage ist die Dauer der Dämmerung in 25 Grad geographischer Breite, z. B. in der Prophetenstadt Medina in Arabien, 1 Stunde 26 Minuten; bei uns, etwa in Mainz in 50 Gr. Breite, ist sie 2 Stunden 6 Min.; in St. Petersburg, 60 Grad Breite, 2 Stunden 57 Minuten. In der kalten Zone, in welcher bekanntlich die Sonne im Winter für längere Zeit gar nicht mehr aufgeht, ist es, wenn der Himmel nur heiter ist, zur Mittagszeit etwas heller, als zur Nachtzeit. Im 70 Grad Breite, in der nördlichen Spitze von Norwegen, dauert die Dämmerung von der Zeit an, wo die nicht mehr aufgehende Sonne dem Horizonte am nächsten kommt, 5 Stunden 12 Minuten.

In den gemäßigten Erdstrichen, von einer gewissen geographischen Breite an bis zu den Polen grenzt die Abenddämmerung zur Zeit der kürzesten Nächte an die Morgendämmerung. In dieser Zeit tritt also die völlige Nacht nicht ein: es ist die Zeit der hellen Nächte. Der 49ste Breitengrad ist es, in welchem die hellen Nächte anfangen. Regensburg, Ludwigsburg, Carlsruhe u. s. w. sind die Städte in Deutschland, welche nahe an dieser Grenze liegen. In diesem Breitengrade beginnen die hellen Nächte am 10. Juni; unter 50 Grad Breite, z. B. in Mainz, am 1. Juni, unter 52 Grad Breite, z. B. in der Nähe von Magdeburg, Braunschweig, Amsterdam,

am 20. Mai; unter 54 Grad Breite, z. B. in der Nähe von Greifswalde, Rostock, am 12. Mai; unter 60 Gr. Breite, in Petersburg, am 22. April; unter 70 Grad Breite, an der nördlichen Spitze von Norwegen, am 26. März; unter 80 Gr. Breite, am letzten Februar, und am Pole schon am 29. Januar. Nahe eben so lang, als sie vor dem längsten Tage beginnen, dauern sie nach demselben fort; z. B. in Regensburg, Ludwigsburg und Carlsruhe bis zum 2. Juli. Die kürzeste Dauer der Dämmerung ist bei uns im 50sten Breitengrade am 3. März und 11. October.

Abgesehen davon, daß wegen der Abend- und Morgen-Dämmerung ein allmäliger Uebergang des Tages zur Nacht und der Nacht zum Tage stattfindet, und daß dadurch die großen Nachtheile beseitigt werden, welche der plötzliche Uebergang dieser Tageszeiten herbeiführen würde, haben diese Dämmerungen auch noch den großen Nutzen, daß sie die Dauer der Nächte abkürzen und die der Tage verlängern. Dieser Nutzen dürfte denjenigen mehr einleuchten, welche gerne im Lichte wandeln und an Thätigkeit gewohnt sind, als denjenigen, welche die Finsterniß und die Ruhe lieben.

Man könnte die Frage aufwerfen, ob nicht die Natur durch die hellen Nächte, welche zu der Zeit eintreten, wo das Pflanzenwachsthum in voller Thätigkeit ist, noch einen andern Zweck erreiche, ohne indeß mit Bestimmtheit diese Frage beantworten zu können. Sie wissen, daß für die Vegetation das Licht unentbehrlich

ist; Sie stellen die Blumentöpfe vor die Fenster, oder wenigstens in ihre Nähe, weil die Gewächse in der Dunkelheit nicht gedeihen. Wenn jeden Falls das schwache Licht der Morgen- und Abend-Dämmerung viel geringer wirkt, wie das volle Tageslicht: so dürfte diese Wirkung doch nicht völlig Null sein. Wir sehen wenigstens, daß die Keime der in finstern Kellern vegetirenden Kartoffeln sich dem schwachen Lichte der Kellerlöcher, welches kaum stärker, als das der abnehmenden Dämmerung ist, zuwenden. Es ist denkbar, daß die Natur den in nördlicheren Ländern wachsenden Pflanzen, welche, weil die Sonnenstrahlen schief auf sie fallen, am Tage weniger Licht erhalten, als die Pflanzen in südlicheren Ländern, einen Ersatz durch das schwache Licht der Dämmerung bietet. Wir dürfen übrigens nicht vergessen, daß die Pflanzen, welche in jenen Ländern wachsen, den Hauptersatz schon dadurch erhalten, daß die Sommertage um so länger werden, je weiter nach den Polen hin die Länder liegen.

Dieses wichtige Verhältniß wird Ihnen begreiflich machen, wie die auf dem größten Theile der bebauten Erdfläche verbreiteten Pflanzen, die Getreide-Arten, welche die wichtigsten für uns sind, im hohen Norden eben so gut, wie in südlichen Ländern gedeihen, wenn nur die übrigen Bedingungen der Vegetation günstig sind. Wie könnte in Rußland, Schweden u. s. w. das Getreide eben so, wie bei uns und in noch mehr gegen Süden gelegenen Ländern gedeihen, wenn dort zur Sommerzeit die Tage nicht länger

wären, als hier! — So ersetzt aber die größere Länge der Tage in jenen Ländern die geringere Menge Licht, welche die Sonnenstrahlen ihnen zuführen, und wie wir wahrscheinlich hinzufügen dürfen, die längere Dauer der hellen Nächte liefert dazu auch einigen Beitrag.

Man könnte ein Loblied auf die schiefe Stellung der Erdaxe singen; denn es ist Ihnen längst bekannt, daß davon einzig und allein der Wechsel der Jahres- und Tageszeiten herrührt. Welche unberechenbare Vortheile daraus erwachsen, davon haben Sie so eben ein Beispiel gesehen. Diese schiefe Stellung, welche verursacht, daß die in höheren Breiten gelegenen Länder weniger Licht erhalten, als die in niedern, ist es auch, welche dort die Tage länger und die Nächte kürzer macht, als hier. Entgegengesetzte Wirkungen kommen dadurch in's Gleichgewicht. Ueberall also eine weise Vertheilung der Kräfte und der Mittel. Ueberall der vorwaltende Zweck der Natur, das organische Leben zu fördern und zu verbreiten.

Kaum habe ich wohl nöthig, erläuternd hinzuzufügen, daß die Breitengrade vom Aequator nach den beiden Polen hin gezählt werden; es giebt daher eine nördliche und eine südliche Breite. Der Viertelbogen vom Aequator bis zum einen oder andern Pole wird in 90 Grade getheilt. In der Nähe des Aequators sind mithin die geringeren oder niedern Breiten, in der Nähe der Pole die größeren oder höhern Breiten.

Es kann keine Erscheinung geben, deren Zweck

mehr in die Augen fällt, als der Wechsel der Jahres- und der Tageszeiten, und die verschiedenen Klimate auf unserer Erde. Dieser Zweck ist nur auf das organische Leben, auf das Wachsen und Gedeihen der Pflanzen und Thiere, nicht aber auf die starre Natur, auf das Mineralreich gerichtet.

Der Granit unter dem Aequator ist derselbe Granit, wie unter den Polen. Die edelsten unter den Mineralkörpern, wie Gold, Silber, finden sich in den heißen wie in den kalten Zonen. Das nützlichste unter den Metallen, das Eisen, ist auf der ganzen Erde verbreitet. Die Entstehung der Mineralkörper war nicht an Jahres- und Tageszeiten, an klimatische Verhältnisse geknüpft. Jedoch ihre allmälige Zerstörung, ihre Verwitterung hängt mehr oder weniger von diesen Verhältnissen ab. Luft, Feuchtigkeit und Wärme sind es, welche die Gesteine zum Verwittern bringen, welche bewirken, daß aus ihnen fruchtbare Erde wird. Luft ist überall vorhanden, Feuchtigkeit und Wärme sind aber in den wärmeren Klimaten mehr verbreitet, als in den kältern. Dort geht also die Verwitterung in höherem Grade von Statten als hier. Doch gleicht auch darin die Natur wieder aus. In den Ländern, wo es friert, wo also ein Wechsel zwischen Frost und Aufthauen ist, werden die Gesteine durch das in ihre Spalten dringende und darin frierende Wasser zersprengt und dadurch die Verwitterung erleichtert. Unter den mit ewigem Eis und Schnee bedeckten Gefilden der kalten Zonen und der höchsten Berge findet freilich

keine Verwitterung statt; dort ist sie aber auch nicht nöthig, weil diese Erdstriche nicht zum Pflanzenwachsthume, nicht für das organische Leben bestimmt sind.

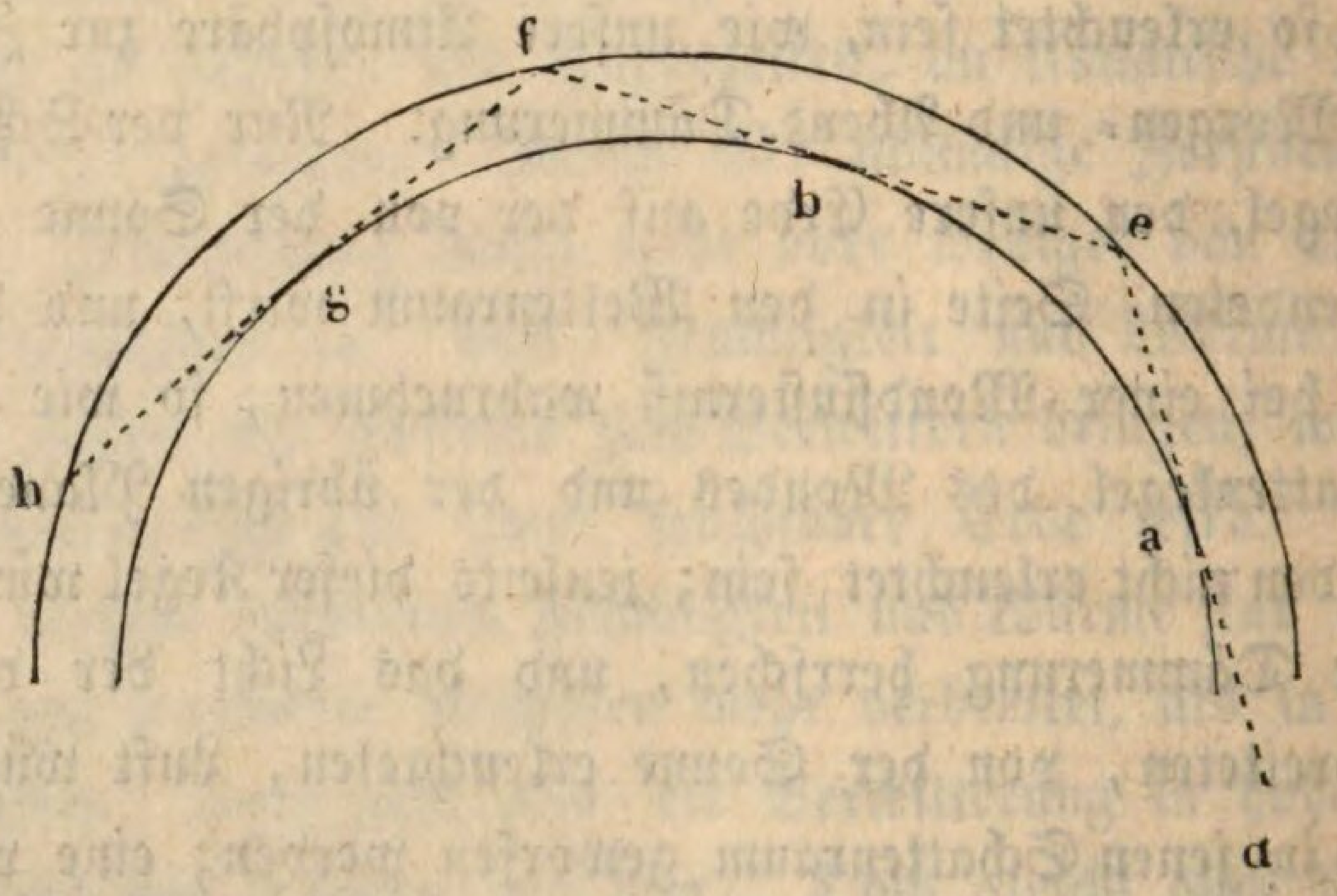
Doch ich kehre zur Dämmerung zurück, wenn auch nicht mit den Absichten derjenigen, welche das Licht scheuen.

Die Dauer der Morgen- und Abend-Dämmerung bietet ein Mittel dar, die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen. Wäre der ganze Raum unsers Sonnensystems, von der Sonne bis zum entferntesten Planeten, bis zum Uranus, mit Luft erfüllt: so würde dieser Raum, so weit als die Sonnenstrahlen in ihn dringen, fast so erleuchtet sein, wie unsere Atmosphäre zur Zeit der Morgen- und Abend-Dämmerung. Nur der Schattenkegel, den unsere Erde auf der von der Sonne abgewendeten Seite in den Weltenraum wirft, und den wir bei einer Mondfinsterniß wahrnehmen, so wie die Schattenkegel des Mondes und der übrigen Planeten würden nicht erleuchtet sein; jenseits dieser Kegel würde aber Dämmerung herrschen, und das Licht der dort verbreiteten, von der Sonne erleuchteten, Luft würde auch in jenen Schattenraum geworfen werden; eine völlige Finsterniß könnte nirgends stattfinden. So ist es aber nicht; die unsere Erde umgebende Luft kann also nicht im ganzen Sonnensysteme verbreitet sein. Indeß ist die Sache noch von einer andern Seite zu betrachten.

Die Dichtigkeit der Luft nimmt mit der Höhe ab. Je dünner aber die Luft ist, desto durchsichtiger ist sie, und desto weniger wirft sie Licht zurück. Un-

sere Atmosphäre könnte also wohl im ganzen Sonnensysteme verbreitet sein, weil sie schon in mäßiger Höhe über unserer Erde so dünn wird, daß sie wenig oder gar kein Licht mehr zurückwerfen kann. Gleichwohl würden wir in diesem Falle nur eine begrenzte Dämmerung haben: d. h. sie würde bloß so lange dauern, als die obern Luftschichten, welche noch dicht genug sind, um Licht zurückzuwerfen, von der untergegangenen Sonne beleuchtet werden.

Durch nachstehende Zeichnung dürfte Ihnen die Sache deutlicher werden.



Es stelle der Bogen a b g einen Theil der Erdoberfläche vor, der größere Bogen sei die Grenze der Luftschicht, die noch so dicht ist, um Lichtstrahlen in erheblicher Menge zurückwerfen zu können. Befindet sich n der Richtung der Linie e d, unterhalb d, die Sonne, o wird sie dem Beobachter in a untergehen; denn e d

ist der scheinbare Horizont für den Ort a. Der Theil der Atmosphäre, welcher über e d liegt, wird dann noch von der Sonne erleuchtet. Zieht man von e nach der Oberfläche der Erde eine Linie, welche sie in b berührt, so sieht ein Beobachter an diesem Orte noch die äußerste Grenze der von der Sonne erleuchteten Luft in e, und die Atmosphäre über e f erhält durch die in e erleuchtete Luft noch etwas Licht. Zieht man abermals von f eine Linie, welche die Erdoberfläche in g berührt, so sieht der Beobachter in g noch die letzte Grenze der durch die erste Zurückwerfung erleuchteten Luft. Man könnte dieß in Gedanken noch weiter fortsetzen; allein das wiederholt zurückgeworfene Licht ist nicht mehr merkbar. Wir können daher eine erste Dämmerung, Hauptdämmerung, von der zweiten Dämmerung unterscheiden: d. h. der Beobachter in b befindet sich in der ersten, der in g in der zweiten Dämmerung. Alles was von der Abenddämmerung gilt, hat auch umgekehrt Bezug auf die Morgendämmerung.

Aus der Dauer der ganzen Dämmerung, während welcher, wie Sie gesehen haben, die Sonne von ihrem Untergange in dem Orte a an gerechnet den zwanzigsten Theil ihres scheinbaren Umlaufes zurücklegt, hat man nun die Höhe derjenigen Atmosphäre berechnet, welche noch merklich zur Unterhaltung der Dämmerung beiträgt, und dafür 2 Meilen gefunden. Diese Rechnung kann aber, da es unmöglich ist, ganz genaue Beobachtungen anzustellen, keine genauen Bestimmungen

geben. Daher kommt es auch, daß verschiedene Beobachter ungleiche Höhen, $3\frac{1}{2}$ bis $3\frac{2}{10}$ Meilen, gefunden haben. Es genügt, gezeigt zu haben, wie die Dauer der Dämmerung von der Höhe der Atmosphäre, d. h. von demjenigen Theile derselben, der noch fähig ist, merkliches Licht zurückzuwerfen, abhängig sei.

Sie werden solche Rechnungen wohl nicht verwerfen, weil sie keine genauen Resultate geben. Die Rechnungen an sich sind ganz richtig; wenn aber die Data, worauf sie sich gründen, schwankend sind, so werden es auch die Resultate sein. Rechnungsfehler sind wohl zu unterscheiden von Beobachtungsfehlern: die ersteren können vermieden werden, wenn man nachrechnet, oder die Probe macht. Zwei geübte Rechner, welche dasselbe Rechenexempel ausrechnen, werden zu demselben Resultate kommen. Die Beobachtungsfehler lassen sich aber nie ganz vermeiden. Wenn zwei Feldmesser ein Land ausmessen, und aus den gefundenen Maaßen den Inhalt berechnen, so wird ihn der Eine größer, der Andere kleiner finden, und doch können ihre Rechnungen vollkommen richtig sein. Die verschiedenen Angaben liegen also nicht in Fehlern der Rechnung, sondern in Fehlern der Beobachtung: der Eine hat die Meßkette mehr, der Andere weniger angezogen: jener hat daher zu klein, dieser zu groß gemessen. Sogar derselbe Feldmesser wird, wenn er ein Grundstück mehrmals ausmißt, jedesmal einen andern Inhalt finden.

Treten noch andere Umstände dazwischen, welche Einfluß auf Messungen haben, so können die Abwei-

chungen bedeutend werden. Mittelst eines guten Thermometers kann man die Wärme der Luft bis auf $\frac{1}{4}$ Grad genau messen, und doch können zwei, mit genau übereinstimmenden Thermometern versehene Beobachter um 1 Grad und noch mehr von einander abweichen, wenn etwa der Eine in ruhiger, der Andere in bewegter Luft, wodurch kalte oder warme Luftströme herbeigeführt werden, beobachtet. Auch die Schärfe der Sinne hat Einfluß auf unsere Messungen. Sie werden zugeben, daß zwei Beobachter, wovon der Eine gute, der Andere minder gute Augen hat, die Zeit, welche nach Sonnenuntergang bis dahin verfließt, wo man eine Druckschrift nicht mehr lesen kann, sehr ungleich finden werden. Gründet man auf solche ungleiche Messungen Rechnungen, so werden, wenn auch die letzteren ganz richtig sind, die Resultate verschieden ausfallen.

Sie sehen, der Ununterrichtete in solchen Dingen schüttet oft das Kind mit dem Bade aus, wenn er Rechnungen der Naturforscher ganz verwirft, weil sie nicht mit einander harmoniren. Er kommt zu einer solchen Uebereilung, weil er Beobachtungsfehler nicht von Rechnungsfehlern unterscheidet, und einer falschen Rechnung zuschreibt, was von einer mangelhaften Beobachtung, die theils in der Natur unserer Sinne, theils in andern Umständen gegründet ist, herrührt.

Selbst wenn es möglich wäre, die Höhe der Atmosphäre aus der Dauer der Dämmerung genau zu berechnen: so würde dadurch doch nicht die Frage zu beantworten sein, ob dieses Luftmeer wirklich begrenzt

wöhnlichen Wage zu vergleichen. So wie wir das Gewicht eines Körpers bestimmen, wenn wir ihn auf die eine Wagschaale und die Gewichte auf die andere legen: so finden wir auch das Gewicht der Luftsäule, welche auf das Quecksilber im Barometer drückt, aus dem Gewichte der von ihr getragenen Quecksilbersäule. Da es uns nicht darum zu thun ist, das Gewicht einer Luftsäule von einer gewissen Grundfläche zu kennen; sondern da wir bloß ihre Höhe bestimmen wollen: so haben wir nur zu fragen, um wie viel ist das Quecksilber schwerer als die Luft; denn um eben so viel als jenes schwerer als diese ist, muß die Luftsäule länger, als die Quecksilbersäule sein, welche von ihr getragen wird. Nun hat man gefunden, daß das Quecksilber 10478 Mal schwerer, als die Luft ist; es müßte also, wenn die Luft oben wie unten gleich dicht wäre, die Luftsäule, welche eine Quecksilbersäule von $2\frac{1}{3}$ Fuß trägt, $10478 \times 2\frac{1}{3} = 24449$ Fuß sein. Finden wir also die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer an irgend einem, der Meeresfläche nahen Orte $2\frac{1}{3}$ Fuß oder 28 Zoll: so könnten wir daraus die Höhe der Atmosphäre zur Zeit der Beobachtung bestimmen, wenn die Luft von durchaus gleicher Dichtigkeit wäre.

Die Luft wird aber mit der Höhe immer dünner und dünner, und daß dieß so sein müsse, davon können Sie Sich leicht durch einfache Betrachtungen ohne Beobachtungen überzeugen.

Theilen Sie in Gedanken die Atmosphäre in eine beliebige Anzahl von Schichten, etwa jede von 100 Fuß

Höhe: so wird die nächste über der Erdfläche befindliche Schicht alle übrigen darauf ruhenden Schichten tragen müssen. Die Luft ist aber ein zusammendrückbarer Körper; die unterste dieser Schichten ist also am meisten zusammengedrückt, d. h. am dichtesten. Jede folgende Schicht ist immer weniger zusammengedrückt, also immer weniger dicht. Es ist genau dasselbe Verhältniß, wie wenn man etwa einen Thurm mit Wolle anfüllte. Die unterste Lage derselben würde, da sie das Gewicht der darüber liegenden zu tragen hätte, am meisten, die oberste am wenigsten zusammengedrückt sein.

Es läßt sich ganz genau berechnen, nach welchem Gesetze die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft abnehmen müsse; man findet, daß diese Abnahme nach einer Reihe erfolgt, welche man eine geometrische nennt, während die Höhen eine arithmetische Reihe bilden.

Die folgende, von einem englischen Physiker berechnete Tafel wird Ihnen die Sache anschaulicher machen. Ich wähle diese Tafel, weil die englischen Meilen das Gesetz der abnehmenden Dichtigkeit der Luft mit zunehmender Höhe, oder die Grade der Verdünnung der Luft in einfachen Zahlenverhältnissen ausdrücken. Die Höhen in geographischen Meilen, welche sehr nahe damit übereinstimmen, füge ich bei. Eine geographische Meile hat 23642 rheinl. oder preußische Fuß.

Höhen in engl. M.	Höhen in geogr. M.	Grade der Verdünnung der Luft.
$3\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	2fache
7	$1\frac{1}{2}$	4
14	3	16
21	$4\frac{1}{2}$	64
28	6	256
35	$7\frac{1}{2}$	1024
42	9	4096
49	$10\frac{1}{2}$	16348
56	12	65536
63	$13\frac{1}{2}$	262144
70	15	1048576

Sie sehen, daß von einer Höhe von 7 engl. Meilen an die ferneren Höhen immer um 7 Meilen zunehmen, während die Verdünnung immer um das 4fache zunimmt. Jene Zahlenreihe ist eine arithmetische, diese eine geometrische.

Die Luft ist demnach in 15 geogr. Meilen Höhe mehr als ein Milliontel dünner, als auf der Oberfläche der Erde. Die höchsten Berge auf unserer Erde sind etwa eine geogr. Meile hoch. Dort ist also die Luft kaum halb so dünn, wie am Meere. Ungefähr $\frac{3}{4}$ Meile ist die größte von Menschen bestiegene Höhe; in dieser haben daher die Bergbesteiger eine Luft eingeathmet, welche halb so dünn, wie am Meere war. Um den Lungen eben so viel Luft zuzuführen, wie beim Athmen

an der Meeresfläche, mußten sie dort in derselben Zeit zwei Mal so viel Athemzüge, wie hier thun.

Wenn nun schon eine millionenfache Verdünnung der Luft, eines Körpers, der ohnehin die geringste Dichtigkeit unter den irdischen Körpern besitzt, weit über die Grenzen einer denkbaren Feinheit geht: so übersteigt es vollends alle unsere deutlichen Vorstellungen, wenn wir die Berechnung noch weiter fortsetzen, und in Höhen von 80 bis 100 Meilen in die Quintillionen und Septillionen der Verdünnung der Luft kommen. Luftschichten von solcher Feinheit verschwinden in ein Nichts.

Unsere besten Luftpumpen bringen etwa eine 8000fache Verdünnung hervor; denn ich bitte nicht zu vergessen, daß man mit Hülfe dieser Apparate die Luft aus irgend einem Gefäße nicht ganz auspumpen, sondern nur mehr oder weniger verdünnen kann. Was ist aber eine solche Verdünnung gegen die, welche nur in einer Höhe von 15 geogr. Meilen stattfindet, geschweige denn in Höhen von 80 bis 100 Meilen! — Da ein so feiner Zustand der Luft über unser Fassungsvermögen geht: so müssen wir wenigstens in Beziehung auf dasselbe eine Begrenzung der Atmosphäre annehmen.

Da die Luft schwer ist, wie das Barometer und viele andere Erscheinungen zeigen: so wird sie von der Erde angezogen; denn die Schwere ist nichts anderes, als die Anziehungskraft der Erde. Zöge diese die Luft nicht an, so würde sich letztere in den unendlichen Raum zerstreuen. Daß Substanzen, welche nicht von der Erde angezogen werden, sich wirklich in den Weltenraum zer-

streuen, zeigt die Wärme, wie Sie aus den Schlußbemerkungen im zwei und zwanzigsten Briefe (S. 144 ff.) entnommen haben werden.

Also auch der Umstand, daß die atmosphärische Luft von der Erde angezogen wird, beweiset, daß sie begrenzt sein müsse; denn verbreitete sie sich in den Weltenraum, so könnte sich diese Anziehungskraft in den entfernteren Luftschichten nicht mehr äußern. Nehmen wir für einen Augenblick an, die atmosphärische Luft erfülle in einem ungeheuer verdünnten Zustande den Weltenraum: so würde jeder Weltkörper, wie unsere Erde, vermöge seiner ihm eigenthümlichen Anziehungskraft, einen Theil davon verdichten. Jeder dieser Weltkörper müßte also, wie die Erde, von einer Atmosphäre umgeben sein; ja die größeren, wie die Sonne, der Jupiter und der Saturn, müßten in weit größere und dichtere Atmosphären, wie unsere Erde, eingehüllt sein. Nun hat man aber bei astronomischen Beobachtungen, die beim Durchgange des Planeten Venus durch die Sonnenscheibe angestellt wurden, keine Brechung der Lichtstrahlen wahrgenommen, wie sie stattfinden müßte, wäre die Sonne von einer luftförmigen, an Dichtigkeit zunehmenden Hülle wirklich umgeben. Aus den Beobachtungen bei Verfinsterungen der vier Monde, welche um den Jupiter sich drehen, wie unser Mond um unsere Erde, hat man geschlossen, daß auch dieser große Weltkörper keine Atmosphäre habe.

Ich habe vielleicht später Gelegenheit, Ihnen anschaulich zu machen, was unter Brechung der Lichtstrah-

len durch die Luft zu verstehen ist. Vor der Hand nur die Bemerkung, daß vermöge dieser Brechung die Weltkörper nicht an dem Orte gesehen werden, wo sie sich wirklich befinden, wenn sie von einer Atmosphäre umgeben wären.

Hat man aus den angeführten Erscheinungen geschlossen, daß die Atmosphäre bloß eine Eigenthümlichkeit unserer Erde sei, so giebt es dagegen andere, welche dafür sprechen, daß auch die anderen Weltkörper Atmosphären haben. Da sich an diese Betrachtungen andere knüpfen, welche vielleicht Ihr Interesse erregen, so will ich dabei etwas verweilen.

Aus der Erscheinung des sogenannten Thierkreislichtes hat man geschlossen, daß die Sonne mit einer feinen Materie umgeben sei, die durch ihre Anziehungskraft eben so zurückgehalten werde, wie unsere Atmosphäre von der Anziehungskraft der Erde. Dieses Thierkreislicht, welches Sie vielleicht schon wahrgenommen haben, zeigt sich als ein matt erleuchteter Streifen am Abend- oder Morgenhimmel, der sich kaum anders erklären läßt, als aus einem schwachen, eigenen Lichte der Sonnenatmosphäre, oder aus einer Zurückwerfung des Lichtes durch diese Atmosphäre. Dieselbe müßte aber so dünn sein, daß sie das Licht der durch sie gesehenen Sterne nicht merklich schwächen könnte.

Was den Mond betrifft, so sprechen manche Erscheinungen für, andere gegen das Dasein einer Mondatmosphäre. Schröter, ein deutscher Astronom, der mit einem Fernrohr von vorzüglicher Größe und Güte,

mit einem Teleskope, Beobachtungen am Monde und an anderen Weltkörpern zu Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt hat, nahm eine deutliche, aber freilich sehr schwache Dämmerung auf dem Monde wahr. Aus den Betrachtungen im vorigen Briefe haben Sie aber ersehen, daß eine Dämmerung nur als möglich gedacht werden könne, wenn ein Weltkörper von einer nicht vollkommen durchsichtigen Atmosphäre umgeben ist. Schröter beobachtete auch an manchen Stellen des Mondes Aenderungen in den Lichtstrahlen, die man örtlichen Verdichtungen in der Mondatmosphäre zuschreiben könnte.

Aus veränderlichen Flecken, welche man am Merkur und am Mars wahrgenommen hat, schloß man mit gutem Grunde, daß auch diese Planeten Atmosphären haben. Ebenso hat man an den Streifen des Jupiters und des Saturns Veränderungen bemerkt, die auf Veränderungen in der Atmosphäre dieser Planeten zu deuten scheinen. Auf der Venus hat man endlich starke Dämmerungen beobachtet, und daraus sogar geschlossen, daß dieser Planet eine Atmosphäre besitze, welche sich an Dichtigkeit und Höhe nicht viel von der unsrigen unterscheiden könne.

Fragen Sie vielleicht, woher es komme, daß man bei den oben beschriebenen Beobachtungen keine Brechung der Lichtstrahlen wahrgenommen habe, welche auf das Dasein von Atmosphären um jene Weltkörper schließen lasse: so ist die Antwort, daß sofern diese Atmosphären verhältnißmäßig nicht höher sind, als die unsrige, bei der großen Entfernung dieser Weltkörper von

unserer Erde, ihre Höhe für die Beobachtung verschwinden müsse.

In den Naturwissenschaften schließt man aus Erscheinungen auf ihre Ursachen. Da wo wir gar keinen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung wahrnehmen, wo wir keine unmittelbaren Beobachtungen mehr anstellen können, bleiben uns nur noch Schlüsse nach der Analogie übrig. In die ewigen Eisgefilde des Nord- und Südpols ist noch kein Sterblicher gedrungen; wir wissen daher nicht, ob die Pole mit Land oder mit einem Eismeere bedeckt sind. Würde man uns fragen, ob wohl die Pole von Thieren, etwa vom Eisbär, welchen wir noch in den, den Polen nah gelegenen Ländern antreffen, bewohnt wären: so könnten wir diese Frage nur durch einen Schluß nach der Analogie mit Wahrscheinlichkeit beantworten. Weil nämlich diejenigen, welche die höchsten mit ewigem Schnee bedeckten Berge der Schweiz bestiegen haben, dort keine Thiere angetroffen haben, welche daselbst einen bleibenden Aufenthalt genommen hätten: so würden wir schließen, daß um so weniger die Pole von Thieren bewohnt sein können, indem es daselbst noch kälter, als auf diesen Bergen sein muß. Aber auch durch einen andern Schluß nach der Analogie würden wir dahin gelangen. Da nämlich auf den höchsten Schneebergen der Schweiz keine Pflanzen wachsen, welche den Thieren als Nahrungsmittel dienen könnten: so ist noch viel weniger zu erwarten, daß Pflanzen an den Polen wachsen. Wo aber kein Futter ist, kann auch kein Thier leben.

Vor einigen Jahren erschien ein kleine Broschüre, worin von vermeintlichen Entdeckungen von Mondbewohnern durch einen der ersten Astronomen England's, durch den noch lebenden Herschel, Nachricht gegeben war. Das ganze war ein schlechter Spaß, der freilich nur Leichtgläubige, und in den Naturwissenschaften völlig Ununterrichtete täuschen konnte. Es hält gar nicht schwer zu zeigen, daß wenn unsere Fernröhre auch noch so sehr vervollkommnet werden sollten, es doch nimmermehr gelingen werde, durch sie Geschöpfe irgend einer Art auf dem Monde zu erkennen; es sei denn, daß es Riesen wären, so groß wie die Mondberge, die man allerdings schon durch mäßig gute Fernröhre wahrnehmen kann, ja die man sogar schon gemessen hat. Da nun der Mond der uns nächste unter den Weltkörpern ist, so kann noch weniger davon die Rede sein, daß man auf anderen Weltkörpern jemals lebende Wesen entdecken werde. Die unmittelbare Beobachtung ist also hier zu Ende.

Betrachtet der Beschauer des gestirnten Himmels die unzähligen Sterne, sieht er die Venus als Morgen- oder Abendstern mit herrlichem Lichte prangen, sieht er durch ein gutes Fernrohr die vier Monde des colossalen Jupiters, hört er von den Astronomen, daß nur wenige unter den Sternen kleiner als unsere Erde sind, daß bei weitem die meisten ihre Größe bedeutend übertreffen: so wird er sich gewiß die Frage aufwerfen, ob wohl diese unzähligen Weltkörper, wie unsere Erde, von Geschöpfen verschiedener Art bewohnt, ob

unter diesen auch dem Menschen ähnliche sein mögen! — Wandert er zur Nachtzeit auf unbekannten Wegen, so wird er dankbar der gütigen Vorsehung gedenken, die ihm durch die vielen Sterne den Weg erleuchtet. Glaubt er für einen Augenblick, diese Myriaden von Sternen seien für diesen Zweck geschaffen, so wird er enttäuscht, wenn der aufgehende Mond fast alle Sterne verdunkelt, und ihm weit besser, als diese alle, den Weg erleuchtet. Hätte, wird er zu sich sagen, die Vorsehung für unsere Erde zwei Monde geschaffen, so daß gleichzeitig Vollmond und Neumond, oder erstes und letztes Viertel wäre: so könnten wir alle Sterne entbehren, und würden doch bei weitem mehr Erleuchtung haben. Er könnte sogar dahin kommen, die Vorsehung meistern zu wollen, daß sie mit unendlich geringeren Mitteln größere Zwecke hätte erreichen können. Allein so weit wird er sich nicht vermessen. Den Zwecken, wird er zu sich sagen, müssen die Mittel entsprechen; sind jene gering, so müssen es auch diese sein. Der schwachen, nächtlichen Beleuchtung der Erde wegen kann Gott die Sterne nicht geschaffen haben. Dieß wird der Schlußstein seiner Betrachtungen sein.

Weltkörper können ohne organisches Leben nicht gedacht werden. Ein Weltkörper ohne organisches Leben ist zu vergleichen mit einem gut eingerichteten Wohnhause, in dem Niemand wohnt. Nach unsern Begriffen ist es unmöglich, daß eine starre unorganische Masse sich im Weltenraume herum bewegen sollte, ohne daß sich organisches Leben auf ihr entfaltete. Das Un=

organische ist etwas Abgeschlossenes, das für sich keiner weitern Ausbildung und Vervollkommung fähig ist. Zwar hat unsere Erde bedeutende Veränderungen erlitten, ehe sie der Wohnplatz lebender Wesen wurde, und noch zeigen sich solche Veränderungen auf ihrer Oberfläche und in ihrem Innern, die zu den gewaltigen gehören. Sie sind aber entweder bloß Orts-Veränderungen, oder es wirken chemische Kräfte mit, und es erfolgen Ausscheidungen und neue Bildungen, welche bald edler, bald weniger edel als die zerstörten sind. Noch jetzt führen die Gewässer Steine, Sand und Erde den Niederungen zu. Noch jetzt sehen wir Gesteine verwittern, Stoffe aus ihnen sich ausscheiden, welche vom Wasser fortgeführt werden. Noch jetzt sehen wir, wie sich aus eisenhaltigen Quellen Eisenocher-Absätze bilden, die nach und nach zu reichen Eisenerz-Niederlagen anwachsen. Alle diese Veränderungen sind jedoch an sich keine Vervollkommnungen. Ob das Eisen im Gebirgsgesteine sich befindet, oder ob es durch Kohlensäure und Wasser ausgeschieden und daraus wieder abgesetzt wird, ob die Stoffe, welche die Mineralquellen oft aus großer Tiefe hervorbringen, zu Tage kommen, oder ob sie dort verborgen bleiben, ist für die unorganische Erde ganz einerlei. Solche Veränderungen gewinnen nur Bedeutung, wenn sie im Dienste des organischen Lebens geschehen. Nur weil das Eisen ein dem Menschen nützliches, ja unentbehrliches Metall ist, hat es Bedeutung, daß sich dasselbe aus Gesteinen ausscheidet und sich in Spalten und Lagern wieder ab-

setzt. Nur weil die in Mineralquellen enthaltenen Stoffe zu den Heilmitteln gehören, ist es von Wichtigkeit, daß sie durch die Gewässer aus dem Innern der Erde zu Tage geführt werden. Nur weil durch Verwitterung fruchtbare Erde entsteht, ist es bedeutungsvoll, daß diese Veränderung von Statten geht. In dieser Beziehung geschehen allerdings Vervollkommnungen in der unorganischen Natur; aber nur im Dienste des organischen Lebens. Alle diese Veränderungen haben keinen Zweck für sich; sondern sind nur Mittel für höhere Zwecke, welche außerhalb der unorganischen Natur liegen.

Sind auf anderen Weltkörpern andere Verhältnisse denkbar? — Kann es als Selbstzweck gedacht werden, daß solche Veränderungen in ihren unorganischen Gebilden von Statten gehen, ohne im Dienste einer organischen Natur? — Wenn, wie es wahrscheinlich ist, alle Weltkörper, wie unsere Erde, auf feuerflüssigem Wege gebildet worden sind, wenn sie einstens feurige Kugeln waren: so waren allerdings, nach Verhältniß ihrer Größe, Millionen Jahre erforderlich, ehe sie sich so weit abkühlten, daß sie fähig wurden, der Wohnplatz für Pflanzen, Thiere und Menschen zu werden. Allein wenn sie bis zu diesem Puncte der Abkühlung gekommen waren, wenn sie die Fähigkeit erlangt hatten, organische Wesen zu nähren, ist es dann denkbar, daß ihnen fortan ein organisches Leben fremd geblieben sei? — Keiner der Planeten unseres Sonnensystems ist ein selbstleuchtender Körper, alle er-

halten ihr Licht von der Sonne; sie scheinen daher, wie unsere Erde, in dem Zustande der Abkühlung sich zu befinden, in welchem organisches Leben auf ihnen möglich ist.

Anders dürfte es sich freilich mit der Sonne verhalten. Da wir gewohnt sind, einen Körper, der Licht und Wärme spendet, für einen glühenden zu halten, und der glühende Zustand mit dem organischen Leben unvereinbar ist: so scheint die Sonne nicht für den Sitz organischer Wesen gehalten werden zu können. Sollte aber auch dieser Weltkörper, wie alle Fixsterne, einer organischen Schöpfung nicht zugänglich sein, so würden sie freilich gleichsam in einem dienenden Verhältnisse zu ihren Planeten stehen; sie würden jedoch die höchste Bedeutung unter allen Weltkörpern haben, da sie die Urquellen des Lichtes und der Wärme sind, von denen alles organische Leben ausgeht, und ohne welche Pflanzen und Thiere weder wachsen noch gedeihen können. Das Verhältniß einer Sonne zu ihren Planeten ist also, in Beziehung auf seine Wichtigkeit, gar nicht zu vergleichen mit dem der Sterne zur Erde: letztere zur Nachtzeit nothdürftig zu erleuchten. Dieser Nutzen, der nicht einmal bei trübem Himmel sich äußern kann, ist in Vergleich mit dem, welchen eine erleuchtende und erwärmende Sonne verbreitet, nicht der Rede werth. Es sind übrigens Gründe zur Annahme vorhanden, daß eine Sonne Licht und Wärme verbreiten könne, ohne gerade ein glühender Körper zu sein. Sollte aber auch unsere Sonne ein glühender Körper sein, so wäre es

denkbar, daß sie noch in dem Zustande sich befände, worin unsere Erde und die übrigen Planeten schon vor Millionen Jahren sich befunden haben, und in welchem auch diese Weltkörper noch nicht dem organischen Leben zugänglich waren. Freilich würde mit dem Aufhören dieses glühenden Zustandes das organische Reich der Planeten untergehen. Ob dieß der Plan der Vorsehung sei, oder ob neben dem organischen Leben auf den Planeten auch ein solches auf der Sonne existire, dieß sind Fragen, die wir nicht beantworten, ja worüber wir nicht einmal Vermuthungen wagen können.

Bleiben wir bei den Planeten stehen, welche die größte Aehnlichkeit mit unserer Erde haben, und fragen wir, welches sind die Bedingungen des organischen Lebens, so ist die Antwort: die Hauptbedingungen alles pflanzlichen wie thierischen Lebens sind Licht, Wärme, Luft und Wasser. Daß Licht und Wärme auf allen Planeten vorhanden sind, ist Thatsache; auf die Gegenwart der Luft und des Wassers können wir nur nach der Analogie schließen.

Sollte die Allmacht unsere Atmosphäre vernichten, so würde in demselben Augenblicke alles organische Leben vernichtet werden. Die Gewässer auf unserer Erde, die nur durch den Druck der Luft im tropfbarflüssigen Zustande sich erhalten können, würden in den luftförmigen Zustand übergehen, und den Raum der vernichteten atmosphärischen Luft einnehmen. Die abgestorbenen Pflanzen, Thiere und Menschen würden

in Fäulniß übergehen; ungeheure Mengen mephitischer Dünste und Luftarten würden sich zum luftförmig gewordenen Wasser gesellen. Nach beendigter Fäulniß und Verwesung würde ein unorganischer Erdkörper, getränkt auf der Oberfläche mit organischen Resten übrig bleiben.

Schon hieraus ersehen wir, daß auf den anderen Planeten die Gegenwart eines Wassers die Gegenwart einer atmosphärischen Luft voraussetzt. Können wir den Beweis führen, daß auch diese Planeten mit einer Atmosphäre umgeben sind: so ist damit die Möglichkeit gegeben, daß sie auch Wasser enthalten können. Da nun unsere früheren Betrachtungen es sehr wahrscheinlich, ja wir möchten sagen, gewiß gemacht haben, daß auch die andern Planeten Atmosphären besitzen: so steht der Möglichkeit nichts entgegen, daß organisches Leben auf ihnen, wie auf unserer Erde stattfinden könne.

Wenn Schlüsse nach der Analogie nur Wahrscheinlichkeit, nie Gewißheit geben können, so bleibt freilich noch die Frage übrig, ob denn nicht ein organisches Leben ohne Gegenwart von Luft und Wasser gedacht werden könne. Nach den Begriffen, welche wir von der organischen Natur haben, ist es völlig undenkbar, daß ohne diese Mittel organische Wesen sich bilden und entfalten können; denn dieß ist eben das Eigenthümliche der Organisation, daß aus rohem Materiale etwas geschaffen wird, was vorher nicht vorhanden war. Aus fruchtbarer Erde mit Hülfe von Licht, Wärme, Luft und Wasser entwickeln sich Pflanzen,

Blüthen und Früchte, die uns mit Bewunderung erfüllen. Aus der Pflanze entwickelt sich das Thier und der Mensch, indem sie diesen als Nahrungsmittel dient. Jenes rohe Material muß aber den Pflanzen und Thieren von außen zugeführt werden, da in der starren Materie keine solche Beweglichkeit gedacht werden kann, um jene damit versorgen zu können. Flüssigkeiten, die, wie die Luft und das Wasser, in beständiger Bewegung sind, müssen also gegenwärtig sein, damit den organisirten Wesen, die theils ihren Ort wechseln, wie die Thiere, theils an derselben Stelle bleiben, wie die Pflanzen, die nöthigen Nahrungsmittel beständig fort zugeführt werden können. Darin liegt eben der große Unterschied zwischen dem unorganischen und dem organischen Reiche. Unorganische Körper, wie die Gesteine, können mancherlei Veränderungen erleiden, Bestandtheile können aus ihnen ausgeschieden, neue Verbindungen gebildet werden. Nichts Neues kann jedoch aus ihnen hervorgehen: das Eisen, welches Wasser und Kohlensäure aus Gesteinen auszieht, war schon in ihnen, wenn auch in anderen Verbindungen enthalten. So groß aber auch der Unterschied zwischen unorganischen und organischen Bildungen ist, darin zeigt sich doch wieder eine auffallende Aehnlichkeit, daß auch zu den Umbildungen unorganischer Körper Flüssigkeiten, Luft und Wasser, erforderlich sind; obgleich wir nicht übersehen dürfen, daß auch das Feuer, welches organische Wesen zerstört, Umbildungen in der starren Materie hervorrufen kann, wie die Vulkane zeigen.

Daß es dasselbe Wasser und dieselbe Luft ist, welche das organische Leben auf den Planeten wie auf unserer Erde möglich macht und erhält, dieß brauchen wir nicht als eine Nothwendigkeit anzunehmen. Andere organisirte Wesen mögen andere Flüssigkeiten voraussetzen; von ähnlicher Art müssen sie aber immer gedacht werden.

Was die unorganischen Bestandtheile der unserer Erde nächsten Planeten, des Mercurs, der Venus und des Mars betrifft: so habe ich in meinem siebenten Briefe (S. 153) die Gründe auseinander gesetzt, wonach diese Planeten aus den Gebirgsarten unserer Erde zusammengesetzt gedacht werden können.

Ganz abweichend davon sind freilich der Jupiter, Saturn und Uran, wie ich dort gleichfalls gezeigt habe. Wenn auf diesen Planeten nicht ein einziger Mineralkörper unserer Erde anzunehmen ist, wenn auf ihnen ein ganz anderes Mineralreich, wie auf unserer Erde existirt: so ist wohl zu denken, daß auch Wasser und Luft, wenn sie dort vorhanden, von ganz anderer Beschaffenheit, als auf unserm Wohnorte sind.

Mit überzeugenden Gründen glaube ich im vierten Briefe dargethan zu haben, daß sich die Meteorsteine nicht in der Atmosphäre, etwa aus Bestandtheilen der Erde, die sich dahin gleichsam verirrt haben, bilden können, sondern daß sie sich im Weltenraume bilden müssen. Wir vermögen nicht zu bestimmen, an welchen Stellen im Weltenraume diese Bildung von Statten geht; aber das haben Sie aus jenem

Briefe (S. 149) ersehen, daß diese herabgefallenen Massen nichts Neues und von den unorganischen Bestandtheilen unserer Erde Verschiedenes enthalten. Da der Annahme nichts entgegensteht, daß sich diese Meteorsteine eben so gut in der Nähe unserer Erde, wie jener ihr nächsten Planeten gebildet haben können; da sie also aus Regionen kommen können, wo diese Planeten ihre Umläufe im Weltenraume machen, und doch nichts Neues mit sich bringen: so werden wir auch von dieser Seite zu dem wahrscheinlichen Schlusse geführt, daß diese Planeten, deren mittlere Dichtigkeit so nahe mit der unserer Erde übereinstimmt, ebenfalls nichts enthalten mögen, welches verschieden von den unorganischen Bestandtheilen unserer Erde wäre.

Ob wir aber aus einer so höchst wahrscheinlichen Aehnlichkeit in der unorganischen Natur auch auf eine Aehnlichkeit in der organischen schließen können, dieß muß ich Ihrem Glauben überlassen; denn das Reich des Wissens ist hier zu Ende.

Gerne werden Sie schließlich hören, was die Astronomen von den unserer Erde nächsten Planeten, von der mit blendendem Lichte, selbst oft am hellen Tage leuchtenden, bei Nacht, gleich dem Monde, Schatten werfenden Venus sagen? — Ihr Durchmesser ist nahe derselbe, wie der unserer Erde; nur um $\frac{15}{1000}$ kleiner. Ihre Masse ist nur um $\frac{12}{100}$ kleiner, als die unserer Erde. Während unsere Erde in 365 Tagen ihren Umlauf um die Sonne vollendet, braucht die Ve-

nus dazu nur 224 Tage. Die Erde rückt in dieser Bahn in einer Secunde um $4\frac{1}{10}$ Meilen fort, die Venus um $4\frac{9}{10}$ Meilen. Während jene in 24 Stunden sich um ihre Axe dreht, braucht diese dazu nur 23 St. 21 Minuten. Wir finden also bei der Venus fast ganz dieselben Verhältnisse, wie bei unserer Erde; nur in einem etwas kleineren Maaßstabe. In größerem Maaßstabe finden wir aber bei der Venus die Berge, die Erleuchtung und Erwärmung.

Den Astronomen ist es gelungen, namentlich dem schon oben genannten Schröter, auch die Höhe der Berge auf der Venus näherungsweise zu messen. Der höchste unter ihnen ist mehr als viermal höher, als der höchste Berg der Erde. Auch auf diesem Planeten, wie auf der Erde, sind die meisten und höchsten Berge auf der südlichen Halbkugel, wo sie, gleich den Cordilleren in Amerika, oft Ketten von 200 Meilen Länge bilden.

Das mittlere Verhältniß des Lichts und der Wärme auf der Oberfläche der Venus ist zu dem auf der Erde wie $1\frac{9}{10}$ zu 1, d. h. jene empfängt im Mittel nahe zweimal so viel Licht und Wärme von der Sonne, wie diese.

Sollte nicht bei so großen Aehnlichkeiten auch die organische Natur auf der Venus nahe mit der auf unserer Erde übereinstimmen? — Läßt sich nicht annehmen, daß auch die auf der höchsten Organisationsstufe stehenden Geschöpfe der Venus mit uns nahe übereinstimmen werden? — Gewiß sind sie aber anders or-

ganisirt wie wir. Schon deßhalb müssen sie anders organisirt sein, da sie einer größeren Menge Lichts und Wärme ausgesetzt sind. Unsere Augen und unser Körper würden diese stärkere Beleuchtung und Erwärmung nicht ertragen können. Ueberdieß finden auf diesen Planeten Veränderungen im Klima und in den Jahreszeiten statt, die uns ganz unbekannt sind. Wegen der großen Neigung des Aequators der Venus gegen die Ebene der Bahn, die sie um die Sonne beschreibt, erstreckt sich auf ihr die heiße Zone vom Aequator zu beiden Seiten noch etwas weiter, als sich auf unserer Erde die heiße und die gemäßigten Zonen zusammengenommen erstrecken. Sie wissen schon, daß man unter der heißen Zone, sei es auf der Erde oder auf einem andern Planeten denjenigen Streifen versteht, in welchem wenigstens einmal des Jahres die Sonne im Scheitel des Beobachters steht: nämlich einmal auf den beiden Grenzlinien der heißen Zone, zweimal in allen übrigen Puncten zwischen diesen Grenzlinien. Da auf einem großen Theile der heißen Zone auf der Venus die Sonne im Winter, während mehrerer Monate, gar nicht aufgeht: so wird man diese Theile der heißen Zone auch zugleich zur kalten zählen müssen; denn auf unserer Erde nennt man diejenigen Erdstriche die kalten Zonen, in welchen während des Winters die Sonne wenigstens an einem Tage nicht aufgeht. Auf der Venus vermischen sich also die beiden entgegengesetzten Zonen beinahe ganz und für die gemäßigte bleibt nur ein schmaler Streifen übrig.

Ungeachtet dieser Verschiedenheiten, welche eine ganz andere Organisation der auf der Venus lebenden Wesen voraussetzt, mögen aber doch die höchsten, die vollkommensten unter ihnen mit einem Geiste ausgerüstet sein, mit dem sie, wie wir, die Allmacht, Weisheit und die Güte des Schöpfers preisen.

Acht und zwanzigster Brief.

Sie haben aus dem Inhalte meines vorigen Briefes ersehen, daß die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft mit der Höhe in einer Reihe abnimmt, welche man eine geometrische nennt, wenn die Höhen in einer arithmetischen Reihe zunehmen. Die dort (S. 254) mitgetheilte Tafel giebt die Verdünnung der Luft in verschiedenen Höhen an. Je mehr wir uns also über die Erdoberfläche erheben, desto leichter wird die Luft, und desto mehr fällt das Quecksilber im Barometer. Dieses Instrument zeigt daher den Grad der Verdünnung der Luft an, und da man für jede Höhe über der Erdoberfläche die Verdünnung kennt: so schließen wir aus dem Barometerstande auf die Höhe. Das Barometer ist nichts anderes, als eine Wage; denn eben so wie wir mit einer Wage die Gewichte der Körper bestimmen, so bestimmen wir mit jenem das Gewicht der Luft, wodurch die Quecksilbersäule in demselben getragen wird. Darauf gründet sich die Messung der Höhe

der Berge mittelst des Barometers. Steht z. B. das Barometer am Fuße eines Berges auf 28 Zoll und auf der Spitze nur auf 14 Zoll: so ist daselbst der Luftdruck nur halb so groß, wie am Fuße. Jene Tafel zeigt nun, daß der Berg $3\frac{1}{2}$ engl. Meile oder $\frac{3}{4}$ geogr. Meile hoch ist.

Das Gewicht der Luft ist aber bei verschiedenen Wärmegraden veränderlich. Je wärmer die Luft, desto leichter ist sie. Nun weiß man, um wie viel die Luft mit jedem Thermometergrade leichter wird; daher hat man bei Höhenmessungen mit dem Barometer, die Temperatur der Luft mit dem Thermometer zu bestimmen.

Sollen diese Messungen Genauigkeit gewähren, so muß, während man auf der Spitze eines Berges den Barometer- und Thermometerstand bestimmt, ein anderer Beobachter dieselben Beobachtungen am Fuße anstellen. Dieß ist deßhalb nöthig, weil das Barometer an demselben Orte seinen Stand verändert. Während eines tiefen Barometerstandes kann das Barometer am Fuße eines mäßig hohen Berges niedriger stehen, als es zur Zeit eines hohen Barometerstandes auf der Spitze steht. Nur der gleichzeitige Unterschied der Barometerstände auf der Spitze und am Fuße eines Berges kann daher ein Maaß für die Höhe desselben geben. Man hat Tafeln berechnet, mit deren Hülfe man aus den beobachteten Barometer- und Thermometerständen den Höhenunterschied zwischen den beiden Beobachtungspuncten leicht finden kann.

Das Messen der Höhen der Berge mit dem Barometer dürfte Ihnen zeigen, welche Hülfsmittel die Naturwissenschaften darbieten, um Verhältnisse zu erforschen, die nicht nur sehr lehrreich, sondern auch sehr nützlich sind. Wie schwierig und langweilig es ist, auf gewöhnlichem Wege mit einer Setzwage und Setzlatte die Höhe der Berge zu messen, zeigen die Nivellements bei Anlage von Straßen, Wasserleitungen für Mühlen u. s. w. Sind auch unsere Meßinstrumente sehr vervollkommnet worden, können die Geometer auf eine minder mühsame Weise mittelst Nivellir-Instrumenten Höhen messen, kann man sogar die Höhe eines Berges durch trigonometrische Messungen bestimmen, ohne den Gipfel bestiegen zu haben: so sind doch alle diese Messungen mit mehr oder weniger Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Wie leicht und einfach sind dagegen die Messungen mit dem Barometer! — Kaum ist zu einer solchen Messung eine Viertelstunde nöthig. Jede Höhe, zu der man nur kommen kann, läßt sich mit dem Barometer messen, und suchen die Beobachter Genauigkeit zu erreichen, so dürfen sie die Beobachtungen nur mehrmals wiederholen. Stellen sie z. B. während eines ganzen Tages eine große Anzahl von Beobachtungen an und ziehen sie daraus das Mittel: so kann die Höhe sehr genau bestimmt werden.

Gewöhnlich begnügt man sich nicht damit, die Höhe eines Berges über der Ebene oder über dem Thale, wovon er ansteigt, zu kennen. Um die Höhe verschiedener Berge mit einander vergleichen zu können, muß man

wissen, wie hoch der Berg über den niedrigsten Stellen der Erdoberfläche d. h. über der Meeresfläche liegt. Wie schwierig würde es indeß sein, die Höhe der Berge über der Meeresfläche zu messen, wenn dieselben hunderte von Meilen vom Meere entfernt lägen! — Welche Zeit, welche Kosten wären aufzuwenden, wenn man von den Gipfeln solcher Berge bis zum Meere nivelliren müßte! — In uncultivirten Ländern würden solche Messungen nur mit den größten Schwierigkeiten anzustellen sein. Mit Hülfe des Barometers können aber zwei Beobachter, die, wenn sie auch noch so weit von einander entfernt sind, die Höhen-Unterschiede finden. Wir dürfen zwar nicht vergessen, daß diese Messungen um so weniger genau ausfallen, je weiter die beiden Beobachter von einander entfernt sind; aber in den meisten Fällen kommt es auch, besonders bei bedeutenden Höhen-Unterschieden, auf 100 Fuß mehr oder weniger nicht an.

Ueberdieß werden die Höhenmessungen mit dem Barometer durch einen Umstand begünstigt, von dem zu sprechen ich Veranlassung nehme. Seitdem dieses überaus wichtige und nützliche Instrument erfunden worden ist, wird es nicht bloß als sogenanntes Wetterglas fast in jedem Hause angetroffen; sondern fast in jeder Stadt findet sich irgend ein Liebhaber der Naturwissenschaften, welcher regelmäßige Beobachtungen anstellt. Die Physiker, die Astronomen, verknüpfen mit ihren anderweitigen Beobachtungen und Versuchen Barometer- und Thermometer-Beobachtungen. Werden in irgend einem Orte etwa täglich drei Mal solche Beobachtungen an-

gestellt und notirt, und aus einjährigen Beobachtungen das Mittel gezogen, so erhält man für diesen Ort den mittlern Barometer- und Thermometerstand.

So kennt man diesen mittlern Barometer- und Thermometerstand für die meisten Orte nicht nur in Europa, sondern auch in andern Welttheilen, nicht bloß aus ein-, sondern aus mehrjährigen Beobachtungen. Ja sogar in manchen ganz entlegenen Orten, wie z. B. auf dem Hospiz des Großen St. Bernhards in der Schweiz werden schon seit einer langen Reihe von Jahren solche Beobachtungen angestellt. Aus solchen mittleren Barometer- und Thermometerständen bestimmt man mit großer Genauigkeit die Höhe eines Ortes über der Meeresfläche, wenn gleichzeitig in Seestädten ebenfalls solche Beobachtungen gemacht werden.

So könnte ein Verbannter in irgend einer Einöde Sibiriens, wenn ihm nur vergönnt wäre, ein Barometer und ein Thermometer in sein Exil mit sich zu nehmen, durch längere Zeit fortgesetzte Beobachtungen den mittleren Barometer- und Thermometerstand seines Aufenthalts ermitteln, und durch Vergleichung mit dem mittleren Barometerstande am Meere die Höhe desselben über dem Meere berechnen. Durch viele Beobachtungen in Seestädten in fast allen Ländern hat man nämlich als mittleren Barometerstand nahe 28 pariser Zoll und 1 Linie, bei der Temperatur des Eispunctes gefunden. Der Verbannte in Sibirien braucht nur diese Zahl zu kennen, um, durch Vergleichung des ge-

fundenen mittleren Barometerstandes seines Ortes, dessen Höhe über der Meeresfläche zu bestimmen.

Um die Barometerstände an verschiedenen Orten, wo ungleiche Wärmegrade herrschen, mit einander vergleichen zu können, pflegt man dieselben auf eine Normaltemperatur zu reduciren, gewöhnlich auf die Temperatur des Eispunctes; denn ich bitte nicht zu vergessen, daß sich das Quecksilber im Barometer, wie jeder Körper, durch Wärme ausdehnt und durch Kälte zusammenzieht. Je mehr aber das Quecksilber ausgedehnt ist, desto leichter ist es, desto länger muß daher die Säule sein, um eine Luftsäule von einem gewissen Gewichte zu tragen. So können zwei Beobachter gleiche Barometerstände gefunden haben, und doch kann der Luftdruck verschieden sein, wenn z. B. der eine in der warmen Stube, der andere im Freien, in der Kälte, beobachtet hat. Nun sehen Sie auch, warum ich bei der obigen Angabe des mittleren Barometerstandes am Meere die Temperatur, worauf er reducirt worden ist, angegeben habe.

Da wir also aus den mittleren Barometerständen die Höhe vieler Orte über dem Meere kennen, so fällt es nicht schwer, die Höhe der Berge, welche in der Nähe irgend eines solchen Ortes liegen, mittelst des Barometers zu messen. Sollten vielleicht diese Bemerkungen Sie bestimmen, bei einer künftigen Reise in die Schweiz einen Reisebarometer zu Ihrem Begleiter zu nehmen, um daselbst Höhenmessungen anzustellen: so würden Sie Ihr Instrument in den größeren Städten

dieses Landes, in Basel, Bern, Zürich, Genf u. s. w., mit den Barometern zu vergleichen haben, womit an diesen Orten regelmäßige Beobachtungen angestellt werden, damit allenfallsige Unterschiede in dem Stande in Rechnung genommen werden könnten. Durch Vergleichung Ihrer Barometer- und Thermometer-Beobachtungen auf den Bergen mit den gleichzeitigen in jenen Orten finden Sie, mit Hülfe der vorhandenen Tafeln, die Höhe jener Berge über diesen Städten, und da die Höhe derselben über dem Meere durch mehrjährige Beobachtungen sehr genau ausgemittelt ist: so ergiebt sich hieraus die Höhe dieses oder jenes Berges über dem Meere.

Es befriedigt nicht etwa bloß die Neugierde, zu wissen, wie hoch dieser oder jener Berg ist, und die Eitelkeit, um nachweisen zu können, man habe Höhen von vielen Tausenden von Fußen erstiegen; sondern aus solchen Beobachtungen kann jeder Reisende belehrende und nützliche Ergebnisse ziehen. Ueberhaupt, die Naturwissenschaft ist nicht bloß ein Eigenthum der Eingeweihten. Die Natur öffnet jedem ihre Bücher, sie gewährt jedem Belehrung, und nicht selten haben Laien in den Naturwissenschaften die wichtigsten und erfolgreichsten Entdeckungen gemacht. Dieß haben die Naturwissenschaften gewiß voraus, daß man sich in sie leichtern Eintritt, als in irgend eine andere Wissenschaft verschaffen kann. Es ist nur ein gesunder Sinn, eine vorurtheilsfreie Beobachtungsgabe erforderlich, und bald wird man in der Natur heimisch. Freilich reicht das Leben des

Einzelnen nicht hin, auch nur die ersten Elemente der Naturwissenschaften sich aneignen zu können, ohne Kenntniß von dem zu nehmen, was vor ihm schon gefunden und entdeckt worden ist. Das Studium der Werke unserer Vorgänger oder solcher Männer, deren Beruf es ist, in der Natur zu forschen, wird erfordert, wenn man Einsicht in größere Gebiete der Naturkunde gewinnen will. Einzelne Zweige der Naturwissenschaften können aber von Jedem mit mehr oder weniger Glück cultivirt werden, der nur einige Handgeschicklichkeit besitzt und es versteht, Fragen an die Natur zu richten. Ein solcher Zweig ist das Höhenmessen mit dem Barometer.

Der Reisende in den Alpen, welcher durch Thäler wandert, in welchen üppiges Pflanzenwachsthum wuchert, Obst-, Nuß- und Kastanien-Bäume gedeihen, steigt unvermerkt thalaufwärts an. Auf einmal verlassen ihn diese Früchte tragenden Bäume, er sucht nach der Ursache, zieht sein Barometer zu Rathe, und findet, sie in der Höhe, welche er schon erstiegen hat. So hat er Gelegenheit, seine Beobachtungen bei Fortsetzung seiner Reise oft zu wiederholen; denn nach und nach nehmen alle Bäume Abschied, und zuletzt begleitet ihn nur noch die Zwergfichte, um ihn in größeren Höhen gleichfalls zu verlassen. Die Vegetation schwindet völlig von seiner Seite, Gletscher ziehen sich in den Seitenthälern herab, die Schneegrenze naht: lauter Puncte, deren Höhe mit dem Barometer zu messen, sein Interesse regt.

Angekommen auf dem Kamme des Gebirges, betritt er ein neues Thal, das sich am entgegengesetzten Abhange hinabzieht. In umgekehrter Ordnung begegnet er wieder denselben oder auch anderen Pflanzen. Er mißt und mißt die Höhenpuncte, vergleicht sie mit den jenseitigen, und findet ähnliche, oder je nach der Lage der beiden durchwanderten Thäler etwa gegen Süden und gegen Norden, auch andere klimatische Verhältnisse. Welche reiche Quelle von Betrachtungen und Vergleichungen auf einer solchen Alpenreise mit dem Berometer in der Hand! —

Mehrere Alpenpässe kann man bequem in einem Tage übersteigen. Man geht Morgens von Brieg, im Kanton Wallis, auf einer wohl gebahnten Straße über den Simplon, und trifft Abends in Domo d'Osola in Italien ein. Man kann diese Tagereise vergleichen mit einer Reise von Lappland nach Oberitalien und wieder zurück nach dem hohen Norden. Man durchwandert alle Erdstriche vom ewigen Winter bis zum milden Klima Oberitaliens. Brieg liegt in einem mäßig warmen Thale, worin die besseren Obstsorten und der Weinstock gedeihen. Beim Aufsteigen auf der Simplonstraße verläßt den Reisenden nach und nach die Baumvegetation und gegen Mittag befindet er sich auf dem höchsten Puncte dieses berühmten Alpenpasses, am Fuße weit ausgedehnter Schneefelder, wo nur noch ein kümmerlicher Graswuchs ihn umgiebt. Er steht auf der Naturgrenze Italiens. Er setzt seinen Weg auf dem südlichen Abhange fort,

und bald erscheinen wieder die Pflanzen und die Bäume, welche er auf der nördlichen Seite des Kammes verlassen hat. Nicht lange aber währt es, so stellen sich andere Pflanzen ein, und seine Aufmerksamkeit wird besonders durch die Feigenbäume erregt, die, je mehr nach dem südlichen Fuße hin, desto größer und stämmiger erscheinen.

Welche vielfältige Gelegenheit bietet sich dem Wanderer dar, auf dieser kurzen Reise die Höhen zu messen, auf welchen diese oder jene Baumart verschwindet oder erscheint, Vergleichungen anzustellen zwischen der Vegetation auf dem südlichen und nördlichen Abhange!

Noch belehrender und genußreicher wird ihm seine Reise, wenn er sein Thermometer nicht bloß zum Dienste seines Barometers, sondern auch für andere Zwecke braucht. Da ich Sie einmal in Gedanken auf einer solchen Alpenreise begleite, so mögen Sie mir vergönnen, Sie auf ähnliche Beobachtungen mit diesem wichtigen Instrumente aufmerksam zu machen.

Sie wissen schon, daß es um so kälter wird, je höher wir über die Erdoberfläche uns erheben, und eben deßhalb nimmt mit der Höhe die Vegetation allmälig ab. Das Thermometer wird daher von Brieg bis zum höchsten Puncte der Simplonstraße fortwährend fallen. Sie dürfen aber nicht erwarten, daß dieß ganz regelmäßig erfolgt; denn an einem schönen, warmen Sommertage herrscht auf diesen Höhen oft eine nur wenig niedrigere Temperatur, als am Fuße des

Gebirges. Andere Kennzeichen bieten sich Ihnen dar, die Abnahme der Temperatur regelmäßiger zu beobachten.

Die Quellen, welche nicht aus größerer Tiefe aufsteigen, sondern nur wenig tief unter der Erdoberfläche fließen, bringen die Temperatur der Erdschichten mit, durch welche sie ihren Weg nehmen. Fließen sie auch nur wenige Fuß unter dem Boden, so hat die Wärme des Tages nnd die Kühle der Nacht schon keinen Einfluß mehr auf ihre Temperatur. Sie zeigen das Mittel der Wärme der von ihnen durchflossenen Erdschichten für die Dauer oft von mehreren Wochen. Messen Sie z. B. in Brieg die Wärme der dortigen Quellen und setzen Sie diese Beobachtungen bis zum Kamme des Gebirges fort, so finden Sie eine ziemlich regelmäßige Abnahme der Temperatur, und damit die Wärmeabnahme der von Ihnen durchwanderten Erdschichten. Aber auch darin zeigen sich Ausnahmen von der allgemeinen Regel. Es kann sein, daß Sie schon im Thale sehr kalte Quellen finden, während Sie auf der Höhe viel wärmere antreffen. Was schließen Sie hieraus? —

Die Kälte jener Quellen deutet an, daß sie von der Höhe herabkommen, und die dortige káltere Temperatur mit sich bringen. Ja, sind sie sehr kalt, vielleicht nur 2° bis 3° warm, so können sie sogar von Gletschern herrühren, die von den mit ewigem Schnee bedeckten Gebirge sich herabziehen. Die Kälte solcher Quellen im warmen Thale ladet Sie zu näheren Beob-

achtungen ein. Sie suchen nach und finden, daß sie aus Felsenspalten ausfließen. Sie können vielleicht ihren Lauf eine Strecke weit verfolgen, und erlangen so die volle Ueberzeugung von ihrem Ursprunge in der Höhe. Begegnen Sie dagegen auf der Höhe wärmeren Quellen, so schließen Sie auf ihren Ursprung aus größerer Tiefe, und beachten Sie das Hervorquellen näher: so nehmen Sie vielleicht das Aufsteigen des Wassers aus der Tiefe durch die aufsteigende Bewegung des Sandes in dem Becken wahr. Das in den Alpen meist sehr klare Wasser der dortigen Quellen erleichtert solche Beobachtungen. Treffen Sie in oft bedeutenden Höhen solche wärmere Quellen an, die 6°, 8° und noch mehr Wärme haben, so werden Sie überrascht durch den üppigen Graswuchs in ihrer Nähe. Es ist nicht das Wasser allein, welches ihn nährt, sondern es ist die Wärme, die es mit sich führt. Finden Sie nämlich auf den Höhen Quellen von 6°, 8° u. s. w., während andere, die nahe unter dem Boden fließen, vielleicht nur 4° und noch weniger Wärme haben, so ist es ein sicheres Zeichen, daß jene Quellen ihre höhere Temperatur während des ganzen Jahres behaupten; denn so wie eine Quelle nur 2° wärmer ist, als das Mittel der Bodentemperatur in der Umgebung, so verändert sie ihre Temperatur während des ganzen Jahres entweder gar nicht, oder kaum um 1 Grad.

Für den durstigen und durch die Sonnenwärme erschöpften Wanderer ist reines kaltes Quellwasser sehr

erquickend. Sein Führer mahnt ihn aber, in das kalte Wasser etwas Branntwein oder Kirschgeist zu gießen, ehe er davon trinkt. Diese Vorsicht sollten alle Reisenden in gebirgigen Gegenden nehmen; denn die Mischung des Wassers mit Branntwein ist ein chemischer Proceß, und bei den meisten Processen dieser Art wird Wärme entwickelt. Das kalte Wasser erwärmt sich dadurch um einige Grade und erkältet deßhalb weniger den erhitzten Körper.

Ich habe Ihnen mehrfache Gelegenheit zu manchen interessanten Beobachtungen auf Gebirgsreisen dargeboten. Wenn auch mit solchen Beobachtungen weniger vertraut, wird es Ihnen doch nicht schwierig werden, bald die geringe hierzu nöthige Handgeschicklichkeit Sich anzueignen. Der Mechanikus, von dem Sie das Reisebarometer kaufen, wird Sie in der Handhabung dieses Instruments unterrichten. Er wird Ihnen zeigen, wie Sie es während des Transports absperren, und wie es getragen werden muß; denn Reisebarometer sind so eingerichtet, daß das Quecksilber weder ausfließen, noch Luft dagegen eintreten kann. Eine halbe Stunde Unterricht reicht hin, mit dem Reisebarometer, wie mit dem Strickstrumpfe vertraut zu werden.

Das Thermometer trägt man am besten in einem Futterale, welches so umgehangen wird, daß das Instrument stets aufrecht steht. Man ist dann sicher, daß sich nie die feine Quecksilbersäule trennt. Um damit die Temperatur der Luft für die Barometerbeobachtun-

gen zu messen, hängt man es an den Ast eines Baumes oder an einen Stock im Schatten. Man thut dieß, bevor das Barometer beobachtet wird, damit das Thermometer Zeit hat, die Temperatur der Luft anzunehmen. Es muß indeß so weit wie möglich vom Körper entfernt gehalten werden, damit nicht das Quecksilber durch seine Wärme steigt.

Um die Temperatur der Quellen zu bestimmen, halten Sie das Thermometer so lange in das Wasser, als das Quecksilber noch steigt oder fällt. Bequem ist es, einen hölzernen Becher bei sich zu führen, denselben mehrmals mit dem Wasser zu füllen, damit er die Temperatur desselben annimmt, und dann das Thermometer, welches vorher in der Quelle selbst gelegen hatte, hinein zu stellen. Wenn auch die Luft viel kälter oder wärmer, als das Quellwasser ist, so verändert sich doch die Wärme des Wassers in dem Becher innerhalb einer Minute nicht merklich, und diese Zeit reicht zur Beobachtung hin. Es versteht sich von selbst, daß eine mehrmalige Wiederholung dieser Beobachtung ein um so genaueres Resultat giebt.

Ueberflüssig dürfte es sein, Ihnen zu zeigen, wie man aus den auf der Reise beobachteten Barometer- und Thermometerständen, mit Hülfe der correspondirenden Beobachtungen, die Höhe berechnet. Die Rechnung richtet sich nach den Tafeln für die Höhenmessungen mit dem Barometer, und darin finden Sie die Anleitung zu dieser Rechnung.

Auf Ihren Gebirgsreisen haben Sie schon erfahren, wie in Gebirgen, namentlich in den mit ewigem

Schnee bedeckten Alpen, Witterungsveränderungen viel rascher von Statten gehen, als im ebenen Lande. In hohen Gebirgen, wo die Extreme der Temperatur sich berühren, wo Sommer und Winter, Frühjahr und Herbst, wo fast alle Klimate unserer Erde im beständigen Wechsel sind, finden in kurzen Zeiträumen in den verschiedenen Luftschichten bedeutende Temperatur-Veränderungen statt. Der warme, mit Feuchtigkeit getränkte Südwind, welcher auf die Schneeberge bläst, wird erkältet, das luftförmige Wasser verdichtet sich zu Wolken, und bald hierauf folgt Schnee, Regen u. s. w. Auf dem Hochgebirge von heftigem Regen oder Schnee befallen zu werden, ist nicht bloß lästig, wie im ebenen Lande, sondern dieß kann dem Wanderer selbst gefährlich werden. Daher sollte der Reisende in solchen Gebirgen die Veränderungen in der Atmosphäre nie aus dem Auge verlieren. Er beobachte die Richtung des Windes, nicht bloß in den Thälern, sondern auch auf den Bergen, indem er den Wolkenzug an und auf den höchsten Kuppen verfolgt. Zeichen einer nahe bevorstehenden Witterungsveränderung müssen seine weiteren Reisepläne regeln, um sich nicht dem Eintritte schlechten Wetters auf unwirthlichen Höhen, auf Gletschern u. s. w. auszusetzen. Auch hierfür dient ihm das Barometer als ziemlich sicherer Wetterprophet. So lange er auf Wanderungen begriffen ist, bald auf- bald absteigt, kann er die Veränderungen im Drucke der Luft nicht wahrnehmen. Wo er aber übernachtet oder einen Rasttag hält, um Merkwürdigkeiten in den Umgebun-

gen zu besichtigen, versäume er nicht das Barometer aufzuhängen und so oft wie möglich seinen Stand zu beobachten.

Einer solchen vorsorglichen Beobachtung des Barometers in den Alpen verdanke ich es, daß ich einer unangenehmen, ja vielleicht gefahrvollen Wanderung entgangen bin. Bei wunderschönem Wetter ging ich mit einem Freunde über den merkwürdigen Alpenpaß der Gemmi. Wir trafen gegen Abend in dem warmen Bade zu Leuk ein, und beschlossen, dort den folgenden Tag zur Besichtigung der zahlreichen warmen Quellen in der Umgegend zu verwenden. Gleich nach unserer Ankunft beobachtete ich mein Barometer. Den andern Morgen war es etwas gefallen, das Wetter war aber immer noch sehr schön. Bis Mittag fiel es abermals. Wir wollten doch noch nicht unsern Reiseplan aufgeben, den andern Tag nach dem Rhonethale zu wandern, und von da über den Griesgletscher zu gehen, weil der Himmel noch immer unbewölkt war. Gegen Abend zeigte sich aber am westlichen Horizonte über den Schneealpen des Montblanc ein Wolkensaum, und da das Barometer bis zum Schlafengehen abermals fiel, so hielten wir es nicht für rathsam, auf unserm Reiseplan zu beharren. Wir änderten ihn und beschlossen, den andern Tag über die Gemmi wieder zurückzukehren. Am andern Morgen, wo das Barometer noch mehr gefallen war, waren auch alle Anzeichen einer Witterungsveränderung vorhanden. Der ganze Himmel war trübe, der Nebel zog sich von

den Bergen herab. Ohne beregnet zu werden, kamen wir jedoch auf den Kamm der Gemmi an, die, wie Sie wissen, von Leuck aus eine senkrechte, über 2000 Fuß hohe Felswand bildet, auf welcher ein äußerst kunstvoller Weg eingehauen ist. Mein Freund eilte voraus nach Kandersteg und kam dort wohlbehalten an. Ich aber machte noch einen Seitenweg, um den großen Lammern-Gletscher zu besuchen, und dort einige Beobachtungen mit meinem Barometer und Thermometer anzustellen. Für meinen Beobachtungseifer mußte ich aber büßen; denn kaum hatte ich noch eine Strecke Wegs zurückgelegt, so brach ein äußerst heftiger Regen los, und völlig durchnäßt kam ich zu meinem Reisebegleiter. Das schlechte Wetter hielt mit wenigen Unterbrechungen mehrere Tage an, und zu Thun ward uns das interessante Schauspiel eines furchtbaren Donnerwetters, das von dem Berner Oberlande, von der Jungfrau und ihren schneebedeckten Nachbaren herabzog und den schönen Thunersee, unter sich kreuzenden Blitzen, in tumultuarische Wellenbewegung versetzte.

Wären wir nicht den Anzeichen unsers Barometers und des Wolkensaums, die Folge des durch die Schneekette des Montblanc erkälteten warmen, feuchten Westwindes, gefolgt: so würde uns wahrscheinlich das Unwetter auf unserm Uebergange über den Grießgletscher getroffen und uns vielleicht in Gefahr gebracht haben.

Die Betrachtungen in diesem Briefe haben uns

auf die Wärme-Abnahme der Atmosphäre mit der Höhe geführt. Gestatten Sie, in meinem nächsten Briefe bei diesem wichtigen Gegenstande noch einige Augenblicke zu verweilen. Welchen unendlichen Nutzen diese Wärmeabnahme hat, davon hoffe ich Sie leicht zu überzeugen.

Neun und zwanzigster Brief.

Ehe ich von dem großen Nutzen spreche, den die Wärmeabnahme mit zunehmender Höhe in der Atmosphäre hat, lassen Sie uns nach der Ursache dieser Erscheinung fragen.

Die Atmosphäre, so wie die Erdoberfläche empfangen ihre Wärme von der Sonne. Bei Tage werden die Sonnenstrahlen von der Erdoberfläche verschluckt und in Wärme umgewandelt. Letztere würde beständig fort zunehmen, wenn sie nicht durch aufsteigende Luftströme und durch Strahlung gegen den heitern Himmel wieder fortgeführt würde.

Um diese beiden Fortführungsarten der Wärme richtig begreifen zu können, bitte ich, Sich in ein geheiztes Zimmer zu versetzen und zu beachten, auf welche Weise sich die Ofenwärme in ihm verbreitet.

Der Ofen erwärmt die ihn umgebende Luft, sie wird ausgedehnt, dadurch leichter und steigt in die Höhe. Die kältere Luft strömt nach, um auf gleiche

Weise erwärmt zu werden und aufzusteigen. Diese aufsteigenden Luftströme können Sie deutlich wahrnehmen, wenn Sie den Ofen gegen das Fenster betrachten. Sie sehen dann von den Seitenwänden des Ofens und von seiner obern Fläche die Luft wellenförmig in die Höhe steigen. Schneiden Sie aus einem runden Blatt Papier eine Spirale oder Schneckenlinie und hängen Sie den Mittelpunct derselben auf eine, auf dem Ofen befestigte, Spitze, so dreht sich die Spirale um sich selbst herum, wenn der Ofen geheizt, und um so schneller, je wärmer er ist. In diesem bekannten Spielwerke der Kinder nehmen Sie die unmittelbare Wirkung der aufsteigenden Luftströme wahr.

Das Zimmer erwärmt sich, indem nach und nach alle Zimmerluft vor dem Ofen vorbeistreicht. Die warme aufgestiegene Luft sammelt sich an der Decke an; daher dauert es um so länger, bis ein Zimmer durchheizt wird, je höher es ist, und daher ist es an der Decke stets wärmer als auf dem Fußboden.

Die Verbreitung der Wärme eines Ofens durch Strahlung ist ganz anderer Art. So wie aus einer ringsumher durchlöcherten hohlen Kugel, wenn man sie auf die Röhre eines Springbrunnens oder auf eine Gießkanne steckt, das Wasser nach allen Seiten hin in Strahlen sich verbreitet: so verbreitet sich die Wärme eines geheizten Ofens auf ähnliche Weise. Es ist nur der Unterschied, daß sich das Wasser in einzelnen, von einander abgesonderten, die Wärme dagegen in unendlich vielen, unmittelbar an einander liegenden

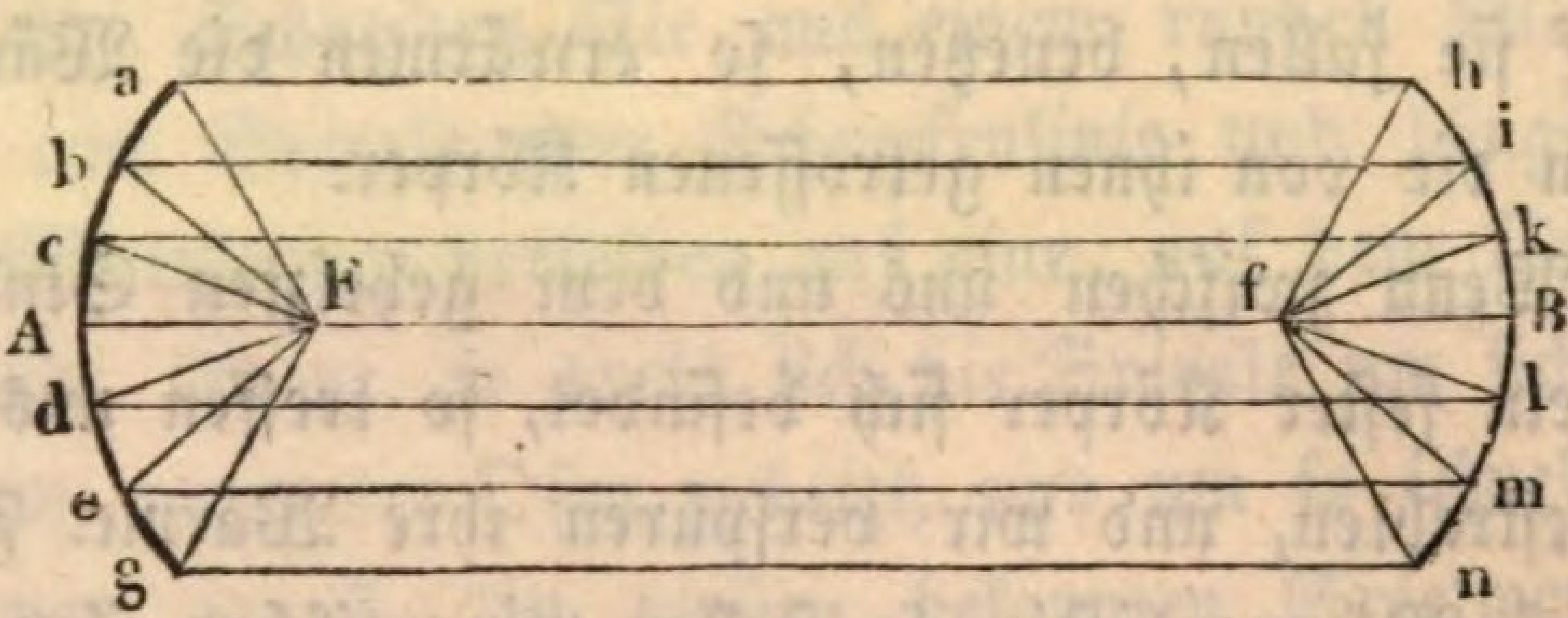
Strahlen verbreitet, und daß jenes als ein schwerer Körper, bogenförmig auf die Erde fällt, während diese, da sie nicht schwer ist, sich so lange fort in der Luft geradlinig verbreitet, bis sie von festen Körpern aufgehalten wird. So wie aber die Wasserstrahlen die Körper, worauf sie fallen, benetzen, so erwärmen die Wärmestrahlen die von ihnen getroffenen Körper.

Wenn zwischen uns und dem geheizten Stubenofen kein fester Körper sich befindet, so treffen uns die Wärmestrahlen, und wir verspüren ihre Wärme. Fällt uns diese Wärme lästig, so stellen wir zwischen ihm und uns einen Ofenschirm. Die Wärmestrahlen werden nun von diesem aufgehalten, und wir empfinden nicht mehr ihre Wärme. Es ist ganz einerlei, ob der Stoff, woraus der Ofenschirm verfertigt ist, dick oder dünn ist: die feinste Leinwand, das dünnste Papier, ja sogar ein Goldblättchen, welches nur $\frac{1}{300000}$ Zoll Dicke hat, halten die Wärmestrahlen eben so gut auf, als ein dickes Brett. Oeffnet man die Ofenthüre, so daß man unmittelbar in das Feuer sehen kann, so empfindet man im Gesichte eine brennende Hitze; hält man eine Glasplatte oder ein Blatt Papier vor das Gesicht, oder verschließt man die Ofenthüre, so hört diese Wirkung sogleich auf.

In den physikalischen Vorlesungen wird ein Experiment angestellt, welches die bedeutende Wirkung der Wärmestrahlen recht augenscheinlich zeigt.

Zwei große metallene Hohlspiegel A und B werden mehrere Fuß von einander so gestellt, daß die spie-

gelnden Flächen einander zugekehrt und gleichlaufend sind. Stellt man in F ein Becken mit brennenden Kohlen, und bringt man in f ein Stück Zündschwamm, so fängt der letztere nach kurzer Zeit zu brennen an.



Von den brennenden Kohlen in F verbreiten sich nämlich unendlich viele Wärmestrahlen nach allen Seiten hin. Diejenigen, welche die Spiegelfläche a g treffen, werden von ihr so zurückgeworfen, daß sie parallel (gleichlaufend) werden, und auf die Spiegelfläche h n des andern Spiegels fallen. Von derselben werden sie abermals zurückgeworfen, und vereinigen sich in dem Puncte f, wo sie sich so sehr anhäufen, und eine solche Hitze bewirken, daß sie den Schwamm entzünden. Deßhalb nennt man diesen Punct den Brennpunct. So wird der Strahl F a in der Richtung a h zurückgeworfen und vom Spiegel B in der Richtung h f. Eben so geht es mit den übrigen Strahlen F b, F c, F A, F d, F e, F g, wie die vorstehende Figur zeigt. In der Wirklichkeit muß man sich natürlich, statt dieser wenigen Linien, unendlich viele Strahlen denken.

Nur im Vorbeigehen bemerke ich, daß die Ent=

fernung des Brennpunctes vom Spiegel, F A oder f B, welche die Brennweite heißt, halb so lang, als der Halbmesser des Spiegels ist. Verlängern Sie also die Linie F A um das Doppelte, so haben Sie den Mittelpunct des Kreisabschnittes des Spiegels. Bestellen Sie etwa bei einem Künstler einen Hohl- oder Brennspiegel, der eine Brennweite von 2 Fuß haben soll, so wird er mit einem Maaßstabe von 4 Fuß Länge einen Bogen beschreiben und danach den Spiegel schleifen.

Beim Brennspiegel ist dieselbe Wirkung, wie beim Anzünden eines Zündschwamms durch ein Brennglas; nur daß in diesem Falle die Wärmestrahlen der Sonne aufgefangen und in einem Puncte vereinigt werden, während in jenem die Wärmestrahlen der brennenden Kohlen diese Wirkung leisten.

Obgleich in dem beschriebenen Experimente die beiden Hohlspiegel die sämmtlichen Wärmestrahlen auffangen, welche in ihrer Vereinigung den Schwamm entzünden: so werden doch die Spiegel selbst, wenn sie vollkommen polirt sind, nicht im mindesten erwärmt. Die Wärmestrahlen können daher nicht an den Spiegelflächen haften, sondern werden eben so schnell von ihnen zurückgeworfen, wie ein gegen eine Mauer geworfener Stein von ihr abprallt.

Sie sehen, was unter Wärmestrahlen zu verstehen ist, und wie wir sie sehr wohl mit Wasserstrahlen vergleichen können, um das Sichtbare an das Unsichtbare zu knüpfen; denn die Wärmestrahlen kön-

nen wir nicht sehen, sondern nur ihre Wirkungen wahrnehmen.

Nicht bloß ein stark erhitzter Körper, wie ein geheizter Stubenofen oder brennende Kohlen, verbreiten Wärmestrahlen; jeder in der Luft befindliche Körper, er mag mehr oder weniger warm sein, sendet Wärmestrahlen nach allen Seiten hin. So verbreitet unser Körper rings umher Wärmestrahlen, und würde in ihm nicht fortwährend Wärme erzeugt: so würden wir durch diesen beständigen Wärmeverlust erfrieren. Stehen wir einer andern Person gegenüber, so trifft sie ein Theil der von uns ausgehenden Wärmestrahlen, und wir erhalten von ihr einen Theil der von ihr ausgehenden Wärmestrahlen wieder zurück. Ist sie mehr erwärmt, als wir, so empfangen wir mehr Wärmestrahlen von ihr, als sie von uns; wir werden daher durch ihre Nähe erwärmt. Diese Wärme verspüren wir sehr deutlich, wenn Jemand, der sich durch körperliche Anstrengung, durch Laufen, Tanzen u. s. w. erhitzt hat, in unsere Nähe kommt.

Kommt umgekehrt während des Winters Jemand aus der Frostkälte zu uns, so strahlen wir wärmere Strahlen gegen ihn, als er gegen uns aus; wir fühlen daher die Kälte, welche er mit sich bringt. Von der Wärme, welche wir ausstrahlen, rührt es auch her, daß wir in einem kalten Raume, z. B. in der Kirche, mit vielen Menschen zugleich uns befindend, bei weitem weniger Kälte verspüren, als wenn wir allein darin sind. In jenem Falle erhalten wir von ihnen, da sie

nahe gleiche Wärme wie wir besitzen, einen großen Theil der von uns verbreiteten Wärmestrahlen wieder zurück, während im letzteren die leblosen uns umgebenden Bänke und Stühle, welche kälter als wir sind, kältere Wärmestrahlen an uns abgeben, als wir ihnen zusenden. Uebrigens dürfen wir nicht vergessen, daß jeder Mensch, der wärmer als die ihn umgebende Luft ist, dieselbe eben so etwas erwärmt, wie es der Ofen in einem höheren Grade thut. Sind daher viele Menschen in einem eingeschlossenen Raume zusammen, so erwärmen sie merklich die Luft und die Kälte wird gemindert.

Bringt man in den Brennpunct F ein Stück Eis und in den Brennpunct f ein Thermometer, so fällt letzteres; denn das Eis, wie das Thermometer, senden Wärmestrahlen auf die Hohlspiegel; jenes aber kältere, als dieses, und daher kommt es, daß das Thermometer mehr Wärme verliert, als es vom Eise wieder erhält.

Sie werden nicht bezweifeln, daß selbst das Eis noch Wärmestrahlen aussenden müsse, wenn Sie Sich an das im sechsten Briefe (S. 130) Bemerkte erinnern, daß kein Körper völlig frei von Wärme ist.

Das Wärmeausstrahlungs-Vermögen der Körper ist nicht nur an sich sehr verschieden, sondern es zeigt sich auch, je nach Ungleichheit der Oberfläche, verschieden. Je glatter die Oberfläche eines Körpers, desto weniger, und je rauher sie ist, desto mehr Wärme strahlt er aus. So strahlt ein polirter eiserner Stubenofen

13*

weniger Wärme aus, wie ein nicht polirter. Daher verbreitet letzterer mehr Wärme, als der erstere durch Strahlung. Daher strahlen spitzige Körper mehr Wärme aus, wie stumpfe oder abgerundete. Wie überhaupt die Wärme aus Spitzen leichter entweicht, als aus abgerundeten Flächen, nehmen Sie beim Kochen des Wassers in gläsernen Gefäßen wahr. Kochen Sie es in einer Bouteille, so sehen Sie von der Spitze des Glaskegels die meisten Blasen aufsteigen. Eben so steigen von jeder kleinen Hervorragung im Glase, z. B. von einem Sandkörnchen immer zuerst, und lange nachher, nachdem an den übrigen Stellen das Sieden schon längst aufgehört hat, kleine Bläschen wie Perlenschnüre in die Höhe. Werfen Sie Sand oder gefeiltes Metallpulver in die Bouteille, ehe das Wasser noch zum Kochen gekommen, der Siedhitze aber nahe ist, so kommt es sogleich zum vollen Kochen, und es steigen unzählige solcher Perlenschnüre auf.

Das stärkere oder schwächere Ausstrahlen von Wärme erkennt man daran, daß in jenem Falle ein Körper schneller, in diesem langsamer erkaltet. Nimmt man z. B. zwei metallene Gefäße von gleicher Größe, wovon das eine polirt, das andere nicht polirt ist, hängt man beide frei im Zimmer auf, gießt in beide zugleich warmes Wasser von gleicher Temperatur, und stellt man in jedes ein Thermometer: so wird das Thermometer in dem rauhen, nicht polirten Gefäße schneller fallen, als das im polirten.

Je dünner und durchsichtiger ein Körper ist, desto

weniger erregen die Sonnenstrahlen in ihm Wärme. Da nun die Luft mit der Höhe über der Erdoberfläche immer dünner und durchsichtiger wird, so entwickeln die Sonnenstrahlen in ihr immer weniger Wärme, als an der Erdoberfläche.

So wie ein durch künstliches Feuer erhitzter Stubenofen nach und nach durch Fortführung und durch Strahlung der Wärme erkaltet, wenn das Feuer in ihm nicht unterhalten wird: so erkaltet auf gleiche Weise die durch die Sonnenstrahlen erwärmte Erdoberfläche zur Nachtzeit, wo die Erwärmung aufhört. Aufsteigende warme Luftströme und Strahlung führen gleichzeitig Wärme fort.

Ueberdieß entgeht den oberen Luftschichten diejenige Wärme, welche die unteren von der Erdoberfläche durch Strahlung empfangen. Zwar gelangen diese Wärmestrahlen auch in die oberen Luftschichten; je mehr sie sich aber im Raume verbreiten, desto mehr verlieren sie von ihrer erwärmenden Kraft. Es verhält sich eben so, wie wenn wir nahe oder entfernt von einem geheizten Ofen stehen. In beiden Fällen erhalten wir von ihm Wärmestrahlen; je näher wir ihm aber sind, desto mehr, und je weiter wir von ihm abstehen, desto weniger erwärmen sie uns.

Die in der Luft schwebenden Wolken sind sehr wenig durchsichtig; denn wir können Gegenstände, welche hinter ihnen liegen, wie Sonne, Mond und Sterne, nicht oder doch nur wenig sehen. Daher erregen die Sonnenstrahlen in Wolken mehr Wärme, als in reiner,

durchsichtiger Luft, und deßhalb verbreiten die Wolken durch Strahlung Wärme in die umgebende Luft. Unter den gewöhnlichen Umständen können wir diese Wärme nicht wahrnehmen. Befinden wir uns aber auf einem hohen Berge, haben wir neben und unter uns Wolken, und ist über uns der Himmel heiter: so verspüren wir die Wärme, welche jene Wolken ausstrahlen. Fühlbarer wird dieß, wenn letztere verschwinden; denn nun wird es kälter auf dem Berge. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß dann auch durch den Uebergang der Wasserbläschen in den luftförmigen Zustand Wärme verschwindet, woher also die verspürte Kälte ebenfalls rührt.

Wie sehr die Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit der Körper die Wärmeentwicklung durch die Sonnenstrahlen befördert, davon können wir uns durch viele Erscheinungen überzeugen. Wir gehen um eine Ecke in einer Stadt; die eine Straße liegt im Schatten, die andere ist den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Plötzlich empfinden wir die Wärme der Sonne. Die Luft in der den Sonnenstrahlen ausgesetzten Straße ist aber nicht merklich wärmer, als in der, welche im Schatten sich befindet; denn wenn auch dort mehr Wärme in ihr entwickelt wird, als hier, so kann sich doch, bei einem so geringen Abstande zwischen der von der Sonne beschienenen und nicht beschienenen Luft, keine merkliche Verschiedenheit in ihrer Wärme erhalten. Dieß kann um so weniger geschehen, da immer Bewegung in der Luft ist, wenn auch kein Wind weht, und dadurch stets die wärmere Luft mit der minder warmen sich mengt.

Wir kommen also nicht, wenn wir aus dem Schatten in die Sonne gehen, in eine wärmere Luft; sondern die Sonnenstrahlen, welche unsern Körper treffen, der undurchsichtig und dichter, als die Luft ist, erregen in uns mehr Wärme, als in der letzteren. Daher empfinden wir die Wärmezunahme. Dazu kommt noch, daß wir in der Sonne ihre strahlende Wärme unmittelbar empfangen.

Wir können also mit dem Thermometer nicht finden, daß die Luft in den Sonnenstrahlen nicht wärmer wie im Schatten ist; denn bringen wir es in die Sonne, so geschieht dasselbe, wie wenn wir in die Sonnenstrahlen kommen: in dem Thermometer, das dichter als die Luft, und wenn mit Quecksilber gefüllt, undurchsichtig ist, wird mehr Wärme, als in der Luft entwikkelt. Es steigt also; die größere Wärme, welche es anzeigt, ist aber nicht die der umgebenden Luft, sondern die im Thermometer entwickelte Wärme. Bringen wir es hingegen hinter einen Schirm, etwa hinter ein Brettchen, welches nur so groß ist, daß es die Sonnenstrahlen von der Thermometerkugel abhält: so wird der Wärmemesser nicht höher, als im Schatten stehen.

Bekanntlich giebt es auch Thermometer, in welchen die Kugel nicht mit Quecksilber, sondern mit Weingeist gefüllt ist. In einem solchen Weingeistthermometer wird sich zwischen seinem Stande in der Sonne und im Schatten kein so großer Unterschied, wie beim Quecksilberthermometer herausstellen; denn der Weingeist ist weniger dicht, wie das Quecksilber, und überdieß ist

er durchsichtig; seine geringere Dichtigkeit und seine Durchsichtigkeit werden daher in ihm viel weniger Wärme, wie im Quecksilberthermometer durch die Sonnenstrahlen entwickeln lassen. Noch größer ist der Unterschied zwischen einem Luftthermometer und einem Quecksilberthermometer. In der Luft des ersteren, womit dessen Kugel gefüllt ist, wird nicht mehr Wärme entwickelt, als in der umgebenden Luft. Es wird also in einem solchen Thermometer nur sehr wenig mehr Wärme, als in der freien Luft entwickelt; nur in sofern etwas mehr, als die dünne Glaskugel dichter und etwas weniger durchsichtig, als die Luft ist. Diese Unterschiede sind aber sehr gering.

Was haben wir daher zu thun, wenn wir die wahre Temperatur der Luft bestimmen wollen? — Dürfen wir das Thermometer in die Sonne hängen? — Sie beantworten diese Frage gewiß mit Nein. Daher pflegen wir unsere Thermometer vor den Fenstern in den Schatten, gegen Norden, wenn die Lage des Hauses es gestattet, zu hängen, nicht an einen Ort, zu welchem die Sonnenstrahlen Zutritt haben. Selbst vor einem Fenster, welches nur für eine kurze Zeit von der Sonne beschienen worden ist, findet man nicht mehr die wahre Temperatur der Luft. Die Seitenwände des Fensters sind nämlich dadurch erwärmt worden; diese Wärme verlieren sie nach und nach durch Strahlung und diese strahlende Wärme trifft das Thermometer; es wird also höher stehen, als wenn es bloß der Wärme der Luft ausgesetzt gewesen wäre. Daher pflegt man

auch das Thermometer nicht an die Seitenmauer des Fensters, sondern vor eine Fensterscheibe, in einiger Entfernung davon, aufzuhängen, weil es nun weniger oder gar nicht von der strahlenden Wärme der Seitenmauern getroffen wird.

Nun sehen Sie auch ein, warum bei barometrischen Höhenmessungen die Temperatur der Luft im Schatten gemessen werden muß. Man will die wahre Temperatur der Luftsäule zwischen den beiden Beobachtungspuncten, auf dem Berge und im Thale, kennen lernen; man darf daher das Thermometer nicht in die Sonne hängen, weil auf diese Weise nicht die Temperatur der Luft, sondern die Wärme gefunden wird, welche die Sonnenstrahlen in einem Körper entwickeln, der so beschaffen ist, wie ein Thermometer.

Man sagt, heute war es sehr warm, das Thermometer zeigte in der Sonne etwa 36°. Was wird damit gesagt? — Nichts weiter, als daß ein Körper, der, wie das Thermometer, viel dichter wie die Luft und undurchsichtig ist, diesen oder jenen hohen Wärmegrad annimmt, wenn er der directen Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Wir aber können diesen Wärmegrad nicht empfinden; denn unser Körper ist viel weniger dicht, wie das schwerere Quecksilber, und auch nicht in dem Grade undurchsichtig, wie dieses; in uns wird also durch die Sonnenstrahlen eine geringere Wärme, wie im Quecksilberthermometer entwickelt. Jene Angabe sagt also eigentlich nichts; denn das den Sonnenstrahlen ausgesetzte Thermometer zeigt weder die

Temperatur der Luft, noch die unsers Körpers an, wenn wir uns in der Sonne befinden. Sie begreifen daher, daß nur dann der Stand des Thermometers Bedeutung haben kann, wenn mit ihm die Beobachtung im Schatten gemacht wird; denn nur dann sagt uns das Thermometer etwas Bestimmtes: nämlich wie warm die Luft ist. Und diese Wärme empfinden wir, wenn wir ebenfalls im Schatten sind. Die Wärme, welche wir in der Sonne empfinden, können wir also nicht schätzen. Es könnte nur geschehen, wenn wir unsern Körper in ein Thermometer zu verwandeln im Stande wären. Wir können bloß schließen, daß wenn schon die Luft diesen oder jenen hohen Wärmegrad hat, wir in der Sonne einen noch höhern empfinden werden. Hat z. B. die Luft die Wärme unsers Körpers, nämlich 29° R.: so wird, wenn wir uns den Sonnenstrahlen aussetzen, in uns oder wenigstens in den äußern Theilen unsers Körpers und in unseren Kleidern, ein noch höherer Wärmegrad entwickelt, und wir haben dann ein unbehagliches Gefühl.

Daher pflegen die Reisenden in heißen Ländern, in denen nicht selten die Luftwärme die Wärme unsers Körpers übersteigt, einen Mantel umzuhängen, indem dann die Wärme der Luft in einem geringeren Grade dem Körper zugeführt wird, als wenn wir ohne diese Bedeckung sind. Es ist ein gemeines Sprüchwort „was gegen Kälte schützt, schützt auch gegen Wärme,“ und es ist ganz richtig; denn im Winter beschränkt der Mantel das Entweichen unserer eigenen Wärme, und im

Sommer, wenn die Hitze über unsere Blutwärme steigt, hält er die von außen eindringende Wärme ab.

Sie haben gesehen, daß die Menge der durch die Sonnenstrahlen entwickelten Wärme von dem Grade der Dichtigkeit und Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit der Körper abhängt; doch bitte ich noch auf folgendes Bezug zu nehmen.

Gehen wir zur Sommerzeit an einer weißen Mauer oder an einer Felswand aus blendend weißem Gesteine, die von den Sonnenstrahlen getroffen werden, vorbei: so verspüren wir eine ungewöhnliche Hitze. In diesem Falle ist die Luft in der Sonne wirklich heißer, als im Schatten; denn von der weißen Wand werden die Sonnenstrahlen zurückgeworfen, und diese Wärme steigert noch diejenige, welche die Luft direct von ihnen erhält. Dieß zeigt Ihnen sehr augenscheinlich, woher es kommt, daß die, die Erdoberfläche berührenden Luftschichten durch die Sonne viel mehr erwärmt werden, als die höheren. Außerhalb einer solchen Felswand, wo keine strahlende Wärme die Luft trifft, wo letztere nur durch die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen erwärmt wird, ist sie viel weniger warm, eben so wie die höhern Luftschichten, die in demselben Falle sich befinden, viel weniger warm, als die unteren sind.

Es ist Ihnen längst bekannt, daß von einer weiß angestrichenen Mauer, oder von einer weißen Felswand mehr Wärme zurückgeworfen wird, als von einer schwarzen. Die weiße Farbe wirft nämlich mehr von den empfangenen Sonnenstrahlen zurück, als die schwarze;

schwarze Körper erwärmen sich aber mehr in der Sonne als weiße.

Haben wir die Hauptursache kennen gelernt, warum die höheren Luftschichten weniger warm, als die unteren sind: so dürfen wir doch nicht übersehen, daß auch noch eine andere Ursache wirkt. Da nämlich die durch die Erdoberfläche erwärmten Lufttheilchen durch diese Erwärmung leichter werden, und aufsteigen: so dehnen sie sich um so mehr aus, je höher sie kommen; denn sie gehen in eine immer dünnere Luft über, und werden daher eben so dünn, wie diese. So wie aber Luft sich verdünnt, so wird sie kälter. Davon habe ich schon im ein und zwanzigsten Briefe (S. 110) gesprochen.

Bemerken Sie außer den dort angeführten Beispielen noch folgende. Läßt man den Luftstrom einer Windbüchse auf die Kugel eines Thermometers blasen, so fällt es einige Grade. Umgekehrt erwärmt sich die Verdichtungspumpe einer Windbüchse, wenn man die Luft hineinpreßt. In jenem Falle wird die ausströmende verdichtete Luft plötzlich verdünnt und dadurch entsteht Kälte; in diesem wird die Luft verdichtet und es entwickelt sich Wärme. Ebenso fällt ein Thermometer unter der Glocke einer Luftpumpe, wenn die Luft schnell ausgepumpt wird; steigt dagegen, wenn die Luft verdichtet wird. Damit wir die Kälte bei der Verdünnung der Luft und die Wärme bei der Verdichtung derselben wahrnehmen können, muß jene, wie diese schnell erfolgen. Sie werden jedoch nicht bezweifeln,

daß dieselbe Wirkung auch bei langsamer Verdünnung oder Verdichtung statt haben werde; nur daß dann die Kälte oder Wärme weder durch das Gefühl noch durch ein gewöhnliches Thermometer wahrgenommen werden kann. Wenn indeß solche Verdünnungen und Verdichtungen der Luft ununterbrochen fort, wenn auch nur allmälig, von Statten gehen: so werden sich dennoch die Wirkungen davon zeigen, und so ist es beim Auf- und Niedersteigen der Luftströme in unserer Atmosphäre.

Aus vorstehenden Betrachtungen dürften Sie Sich überzeugt haben, daß nicht bloß deßhalb die oberen Luftschichten kälter als die unteren sind, weil in der dünnen Luft der Höhen weniger Wärme, als in der dichteren Luft an der Erdoberfläche erzeugt wird; sondern auch, daß die aufsteigenden Lufttheilchen durch ihre Verdünnung in den oberen Regionen kälter werden. Aufsteigende Luftströme setzen aber nothwendig niedersinkende voraus, weil sonst alle Luft von der Erdoberfläche verschwinden müßte. Bei den letzteren muß ein entgegengesetztes Verhalten stattfinden: d. h. die niedersinkenden Lufttheilchen werden sich allmälig verdichten, und, wie im pneumatischen Feuerzeuge (S. 109) Wärme entwickeln. Diese Entwicklung von Wärme durch Verdichtung der Luft beträgt eben so viel, wie die Verminderung derselben durch Verdünnung der Luft, und dadurch erhält sich also stets das Gleichgewicht.

Können wir glauben, daß dieses Auf- und Absteigen der Luftströme ein bloßes Naturspiel sei? —

Müssen wir nicht vielmehr annehmen, daß auch dadurch, wie bei jeder Wirkung in der Natur, wichtige Zwecke erreicht werden? — Es dürfte nicht schwer werden, diese Zwecke einzusehen.

Die Luftschichten zunächst an der Erdoberfläche werden durch mancherlei Ursachen verunreinigt. Die Billionen lebender Wesen auf der Erde, die zahllosen Verbrennungs- und Fäulnißprocesse verbrauchen immerfort Sauerstoffgas und verunreinigen die Luft mit verschiedenen Luftarten. Aus Sümpfen steigen der Gesundheit schädliche Dünste auf. Aus Bergwerken, aus Mineralquellen entwickeln sich Luftarten, welche unathembar sind. Fänden daher keine Luftströmungen statt, wodurch die Luft an der Erdoberfläche in die höheren Regionen gelangte: so würden die unteren Luftschichten, in denen wir und die meisten Thiere leben, nicht bloß für das Athmen nach und nach ganz untauglich werden; sondern die der Gesundheit nachtheiligen Producte der Fäulniß u. s. w., würden sich allmälig so anhäufen, daß Epidemien entständen, welche ganze Länder entvölkerten. Durch die aufsteigenden Luftströme werden aber die meisten dieser schädlichen Stoffe und Luftarten in die oberen Regionen geführt, wo sie in der kälteren Luft theils verdichtet und mit dem Regen und anderen wässrigen Meteoren wieder herabgeführt, theils durch die elektrischen Entladungen des Blitzes zersetzt werden. Sowohl ihre Vermischung mit dem Regenwasser, als ihre Zersetzung durch die elektrische Materie wandelt sie so um, daß sie als treffliche Nah-

rungsmittel für das Pflanzenwachsthum dienen. Daher sind auch die Gewitterregen so fruchtbar; denn sie führen nicht bloß Wasser, sondern auch andere beigemischte Stoffe den Pflanzen als Nahrungsmittel zu.

Wieder ein bewunderungswürdiges Streben der Natur, Nützliches zu fördern, Nachtheiliges zu beseitigen. Nicht damit begnügte sie sich, die vielen in die Atmosphäre übergegangenen Stoffe und Luftarten unschädlich für Menschen und Thiere zu machen; diese Stoffe sollten sogar dem organischen Reiche zum Nutzen gereichen.

Durch die aufsteigenden Luftströme wird überdieß ein großer Theil der auf der Erdoberfläche durch die Sonnenstrahlen entwickelten Wärme in die oberen Regionen geführt; denn die Wärme, welche die unteren Luftschichten von der erwärmten Erde empfangen, kehrt nicht mehr zurück: sie zerstreut sich in dem Weltenraum. Nur diejenige, welche durch Verdünnung der aufsteigenden Luft verloren geht, gelangt wieder auf die Erde, weil die herabsinkenden Luftströme diese verloren gegangene Wärme während ihrer Verdichtung wieder entwickeln.

Nicht bloß die Verdichtung der schädlichen, beständig aus der Erdoberfläche entweichenden Substanzen fordert eine niedrigere Temperatur in den oberen Regionen; sondern noch bei weitem mehr fordern es die Wasserdünste, welche von den Gewässern unserer Erde aufsteigen. Wie könnten sich in den höheren Regionen Wolken bilden, wie könnte Regen niederfallen, wenn es nicht oben in der Atmosphäre kälter, als unten wäre?

— Zwar könnten auch die Wasserdünste in den oberen Regionen der heißen und gemäßigten Erdstriche durch Winde aus den kalten Zonen verdichtet werden; aber es würde die eigentliche, die Hauptursache des Windes, d. i. die ungleiche Wärme der Atmosphäre in verschiedenen Höhen, fehlen. Hierüber gedenke ich in meinem nächsten Briefe das Wort zu nehmen.

Dreißigster Brief.

Einen seltsamen Kreislauf nimmt die Wärme, bemerken Sie in Ihrer gefälligen Erwiederung auf meinen letzten Brief. Von der Sonne, von der Urquelle aller Wärme, wandert diese merkwürdige Substanz nach der Erde und nach den übrigen Planeten, und, kaum hier angekommen, zerstreut sie sich in den Weltenraum. Sie schließen hieraus, daß sie sich in diesem Raume allmälig anhäufen, und daß die Temperatur desselben nach und nach zunehmen müsse.

Dieser Schluß ist gewiß ganz richtig, wenn man die Wärme für eine überaus feine Flüssigkeit, für eine Flüssigkeit, wie unsere Luft, nur außerordentlich feiner wie diese hält. Schon früher (zwei und zwanzigster Brief. S. 144) habe ich Ihre Aufmerksamkeit darauf gerichtet, daß die Wärme nicht der Schwerkraft gehorcht. Zwischen ihr und den feinsten Stoffen unserer Erde, den Luftarten, findet also ein wesentlicher Unterschied statt; denn diese gehorchen der Schwerkraft und nur durch diese bleibt die Atmosphäre unserer Erde ein

Eigenthum derselben. Denkt man sich die Wärme als einen Ausfluß aus der Sonne: so wird die letzte Menge, welche von diesem Himmelskörper, ungefähr 8 Minuten vor seinem Untergange, nach irgend einem Puncte der Erde gelangt, in ganz kurzer Zeit nach demselben in den Weltenraum sich zerstreuen. Was ich damit sagen will, können Sie Sich etwas mehr versinnlichen, wenn Sie den Stand eines, der untergehenden Sonne frei zugekehrten Thermometers im Momente des Untergangs und kurz darauf beobachten. Bringen Sie das Thermometer eben aus dem Schatten in die Sonnenstrahlen: so wird es etwas steigen und, nach dem Untergange der Sonne, eben so viel oder noch etwas mehr fallen. Die größere Wärmemenge, welche das Thermometer im Momente des Untergangs, als vorher im Schatten zeigt, war 8 Minuten vorher noch ein Eigenthum der Sonne; denn so viel Zeit brauchen die Lichtstrahlen, um von derselben nach der Erde zu gelangen. Nehmen Sie eben so lange nach dem Untergange ein Sinken des Thermometers wahr: so schließen Sie, daß sich schon mehr oder weniger von der Wärme, welche das Instrument von der Sonne empfangen, in den Weltenraum zerstreut habe. Sie begreifen also, daß die Wärme in der kurzen Zeit von etwa 16 Minuten den Weg von der Sonne nach der Erde und von dieser nach dem Himmelsraum zurückgelegt habe. Während daher diese Substanz der Erde gleichsam nur einen momentanen Besuch abstattet, bleibt die atmosphärische Luft ein beständiges Eigen-

thum der letzteren, so sehr und so oft sie auch, in Folge der in ihr ununterbrochen von Statten gehenden Strömungen, ihren Ort wechselt und so oft ihr, immerfort in der Metamorphose begriffener Sauerstoff in die festen und flüssigen Körper der Erde übergeht und aus diesen in das Luftmeer wieder zurückkehrt.

Nicht einen Augenblick zweifle ich, daß Sie zu einer richtigen Vorstellung von der Wärme gewiß nicht kommen werden, wenn Sie diese für eine Substanz halten wollen, welche nur außerordentlich feiner, als die Luft sei; denn eine Luft, die Quintillionen und Septillionen Mal so dünn, wie unsere Atmosphäre wäre, (und so dünn müßte sie, wie ich im sieben und zwanzigsten Briefe (S. 255) bemerkt habe, wirklich sein, wenn sie sich bis zu Höhen von 80 bis 100 Meilen verbreiten sollte) würde immer noch ein Körper sein, welcher der Schwerkraft unserer Erde gehorchen und eben deßhalb von dieser zurückgehalten werden müßte. Nicht ein gradueller Unterschied in der Feinheit zwischen Luft und Wärme, sondern ein absoluter zwischen beiden Substanzen muß gedacht werden; denn jene ist schwer, wenn sie auch noch so fein ist, diese, ein Gemeingut des ganzen Weltalls, ist es nicht. Daher zählen wir sie zu den unwägbaren Substanzen, zu den Imponderabilien (S. 145).

Ob eine unwägbare Substanz in einem absolut leeren Raume existiren könne, darüber kann die Erfahrung nicht entscheiden, da es nicht möglich ist, einen solchen Raum darzustellen. Durch die besten Luftpum-

pen können wir nur einen mehr oder weniger verdünnten Luftraum hervorbringen; aber nimmermehr sind wir im Stande, alle Luft aus irgend einem Gefäße wegzuschaffen. Einen Raum giebt es, der zu den leersten gehört, den menschliche Macht hervorrufen kann: es ist der Raum über dem Quecksilber in der Barometerröhre. Daß aber auch dieser nicht absolut leer ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn auf dieses obere Ende des Barometers die Sonnenstrahlen eine Zeit lang fallen. Kommt es wieder in den Schatten, so sieht man kleine Quecksilberkügelchen am zugeschmolzenen Ende der Glasröhre. Dieß beweiset, daß durch die Wärme der Sonnenstrahlen etwas Quecksilber verdunstete, welches als Dunst oder Luft die Torricellische Leere, wie man diesen Raum zu Ehren Torricelli's, des Erfinders des Barometers nennt, so lange erfüllte, als die Wärme anhielt, welcher Quecksilberdunst sich aber zu Tropfen verdichtete, als die Wärme sich wieder zerstreute.

Vielleicht entgegnen Sie, daß ja gerade diese Verdichtung zeige, wie im Schatten der Quecksilberdunst nicht vorhanden sei. Dieß ist aber nicht der Fall; denn wenn Quecksilber bei einer so geringen, durch die Sonnenstrahlen hervorgerufenen Temperatur-Erhöhung verdunstet: so verdunstet es auch, wenn gleich in kleinerer Menge, bei der geringeren Wärme im Schatten. Eine Erscheinung, die Sie Selbst hervorrufen können, zeigt Ihnen dieß ganz deutlich. Gießen Sie einige Tropfen Quecksilber in ein Arzneiglas, hängen Sie ei-

nen, an einem Korkstopfen befestigten Streifen ächtes Blattgold, wie man es zum Vergolden gebraucht, in das Glas hinein, so zwar, daß das Gold das Quecksilber nicht berührt, und lassen Sie das Ganze einige Wochen lang im Schatten ruhig stehen: so wird das Gold nach und nach weiße Flecken bekommen. Dieß beweiset, daß selbst im Schatten das Quecksilber in geringer Menge verdunstet; denn die weißen Flecken können nur dadurch entstehen, daß Quecksilberdunst mit dem Goldblatte in Berührung kommt, da beim ruhigen Stehen des Glases das Quecksilber als solches nicht zum Golde gelangen kann.

Wenn nun selbst die Torricellische Leere, der leerste Raum, den wir hervorbringen können, nicht absolut leer ist: so liegt es außer aller menschlicher Macht, ein Gefäß, wenn wir es auch vollkommen luftdicht zuzuschließen vermögen, so zu entleeren, daß gar keine wägbare Materie mehr darin wäre.

Aber auch die Natur ist nicht im Stande, auf unserer Erde einen absolut leeren Raum hervorzubringen. Sie wissen, alle Räume auf der Erdoberfläche, die wir leer nennen, sind mit Luft erfüllt. Eben so sind alle Höhlen im Gesteine, sie mögen groß oder klein sein, nahe an der Erdoberfläche oder in den größten Tiefen liegen, zu welchen die Menschen gedrungen sind, entweder mit Luft oder mit Wasser erfüllt.

Die Alten, Aristoteles an der Spitze, schrieben der Natur einen Abscheu vor dem leeren Raume zu. Indem sie dadurch das Aufsteigen des Wassers

in den Saugpumpen und andere ähnliche Erscheinungen zu erklären suchten, waren sie in Irrthum; denn Pascal, ein trefflicher französischer Physiker, zeigte in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts, daß der Druck der Luft es sei, welcher das Wasser in den Saugpumpen hebt. Indeß möchte man den Alten in so fern beipflichten, und der Natur einen solchen Abscheu zuschreiben, als weder sie noch die Kunst im Stande ist, einen absolut leeren Raum hervorzubringen.

Wie sieht es aber jenseits unserer Atmosphäre, im Weltenraume aus? — Ist dieser Raum absolut leer, oder ist auch er mit einer, wenn gleich außerordentlich feinen, aber doch immer noch wägbaren Materie erfüllt? — Die Erfahrung, die Leiterin in den Naturwissenschaften, kann hierüber nicht entscheiden; denn wenn auch unsere Blicke durch diesen Weltenraum bis zu den Fixsternen dringen, wenn sie durch Fernröhre noch weiter hinaus in unendliche Räume getragen werden: so ist daraus doch nichts anderes zu schließen, als daß jene Materie, wenn sie vorhanden, eine durchsichtige sein müsse.

So wie unsere Betrachtungen in den Weltenraum uns führen, kommen wir in das Gebiet der Astronomen, und dieses Gebiet haben die größten Naturforscher erhellet; wenigstens haben sie ihre Blicke auf das Jenseits unserer Erde gerichtet und durch Beobachtungen und durch Schlüsse erspäht, was in diesen fernen Räumen zu erspähen ist. Es ist merkwürdig, es entspricht aber dem angeborenen Streben der Menschen, sei es

durch den Glauben oder durch die Wissenschaft sich über irdische Zustände zu erheben, daß viel früher die Himmelskörper, als die Körper in unserer nächsten Umgebung erforscht worden sind. Vor nahe 2000 Jahren, zu Hipparch's Zeiten, hatte die Astronomie, als Wissenschaft, schon einen viel höheren Standpunct erreicht, als zu Ende des vorigen Jahrhunderts die Chemie und Geologie: die Wissenschaften, welche uns über irdische Materie, über Entstehung und Bau unserer Erde belehren. Ja, sind wir aufrichtig, so müssen wir bekennen, daß auch nach den Riesenschritten, welche seit Anfang dieses Jahrhunderts alle Naturwissenschaften gemacht haben, die Geologie, so fern sie sich über das Gegebene, über das eigentlich Geognostische zu erheben strebt, nicht selten nur eine Geschichte der Verirrungen des menschlichen Geistes ist.

Unter den älteren Physikern und Astronomen sind es Cartesius, Malebranche, Bernoulli, Huygens und Euler, welche eine äußerst feine und elastischflüssige Materie im ganzen Weltenraume verbreitet und durch die Zwischenräume aller Körper dringend, annehmen. Sie nannten diese Materie Aether. Cartesius (Descartes), den wir stets unter den Urhebern abenteuerlicher Hypothesen finden, setzte voraus, daß es in der Welt gar keinen leeren Raum gebe. Nach ihm habe Gott bei der Erschaffung der Welt eine Menge Theilchen von verschiedenen Gestalten in Bewegung gesetzt. Durch das Abreiben dieser Theilchen an einander seien drei Elemente entstanden: das erste aus

den feinsten abgeriebenen Stäubchen, das zweite aus den kugelförmigen, das dritte aus den gröberen und unregelmäßig gebildeten Theilchen. Dieses dritte Element sei der Stoff der Erde und der Planeten, das zweite die Materie des Lichts, und das erste oder die subtile Materie bilde, wenn sie sich um einen Mittelpunct ordne, eine Sonne, fülle aber auch Zwischenräume aus, welche zwischen den eckigen oder runden Gestalten der übrigen Elemente leer blieben, und so schließe die Materie des Ganzen mit der vollkommensten Berührung zusammen. Sie sehen, wie der Naturforscher, einer ungebundenen Einbildungskraft folgend, zu Annahmen kommen kann, die kein anderes Fundament, als diese Einbildungskraft haben.

Huygens hatte etwas mehr geläuterte Ideen von dem sogenannten Aether; er hielt ihn für die Lichtmaterie selbst, und erklärte die Fortpflanzung des Lichtes in ihr durch wellenförmige Bewegungen oder Wirbel, welche jedes von einem leuchtenden Körper bewegte Theilchen rings um sich her errege. Euler nahm diese Ansicht Huygens an und gründete darauf ein Gebäude von Rechnungen, welches ihn als Mathematiker in seiner ganzen Größe zeigt. Auch in der neuesten Zeit wurden die meisten Physiker auf die Vorstellung, daß sich das Licht durch die Schwingungen des Aethers fortpflanze, wieder zurückgeführt.

Der große Newton, ein Feind jeder willkührlichen Art über die Natur zu philosophiren, erklärt sich gegen diese Hypothese vom Aether. Indeß zeigen meh-

rere von ihm aufgeworfene Fragen, daß er das Dasein einer solchen Materie keineswegs für unwahrscheinlich gehalten habe. Euler wunderte sich, daß Newton, um die Bewegung der Planeten nicht zu hindern, eine Leere im Himmelsraume angenommen, und doch durch seine ausfließenden Lichtstrahlen diese Leere wieder mit einer Materie ausgefüllt habe, deren stete und heftige Bewegung den Lauf der Planeten unendlich stärker stören müsse. „Ein trauriges Beispiel menschlicher Weisheit," sagt er etwas hart und wohl nicht mit Recht, „die, um einer Schwierigkeit auszuweichen, oft auf eine weit größere Thorheit verfällt." Einige Astronomen, und darunter Euler, wollten in den Bewegungen der Planeten Veränderungen finden, welche einigen Widerstand des Mittels, in welchem sie laufen, anzuzeigen schienen. Andere, wie de la Lande, finden keine Beweise für einen solchen Widerstand, und nach diesen müßten die Himmelskörper, wenn nicht in einem ganz leeren Raume, wenigstens in einer Materie sich befinden, deren Wirkung unmerklich, und welche für uns eben so, als ein leerer Raum wäre.

So standen die Sachen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts. Zu der Vorstellung, daß die Himmelsräume nicht leer seien, und daß selbst in luftleeren Räumen noch etwas feineres, als Luft vorhanden sei, bekannten sich die meisten der damaligen Naturforscher und selbst der sehr nüchterne Gehler meint, daß sich dieß gar nicht läugnen lasse, wenn man nur zugleich gestehe, daß wir nicht viel von diesem Etwas wissen.

Obgleich in unserm Jahrhundert Hypothesen, welche sich auf gar keine Thatsachen stützen, immer seltener werden: so kamen doch die Astronomen in neuester Zeit auf die Aetherhypothese abermals zurück. Man fand Gründe, erstlich den Widerstand einer den Himmelsraum ausfüllenden Materie nicht als ganz und gar unmerklich anzusehen, und zweitens anzunehmen, daß das Licht bei seinem Durchgange durch den Himmelsraum eine, wenn gleich geringe Schwächung zeige.

Bei den Planeten läßt sich aus den Beobachtungen keine Abnahme der Umlaufszeit folgern. So wie nämlich die Geschwindigkeit einer abgeschossenen Kanonenkugel, wegen des Widerstandes der Luft, nach und nach abnimmt: so müßte auch die Geschwindigkeit der Himmelskörper abnehmen, wenn eine auch noch so feine Materie im Weltenraume vorhanden wäre. Bei den Kometen, welche bei weitem weniger dicht, als die Planeten sind, ja vielleicht ganz und gar aus einer dunstartigen Materie zu bestehen scheinen, zeigen sich indeß Verhältnisse, welche auf einen Widerstand deuten.

Durch die Berechnungen Enke's haben wir einen Kometen kennen gelernt, der seinen Umlauf schon in der kurzen Zeit von ungefähr $3\frac{1}{3}$ Jahren vollendet. Dieser Berliner Astronom fand, daß sich die Umläufe dieses Kometen von 1786 bis 1838 auf die regelmäßigste Weise von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben: nämlich in diesem Zeitraume von 52 Jahren um $1\frac{8}{10}$ Tag. Mit Recht zählt v. Humboldt in seinem Kosmos

die Ergründung dieser Thatsache zu den interessantesten Ergebnissen der neuern Sternkunde.

Ueber die Schwächung des Lichtes während der Fortpflanzung desselben durch den Himmelsraum stellte der Astronom Olbers so schöne Betrachtungen an, daß es nicht ohne Interesse für Sie sein dürfte, wenn ich Einiges davon mittheile. Obgleich, sagt er, Herschel's Teleskope uns mit Gegenständen bekannt machen, die vielleicht mehrere tausendmal so weit von uns entfernt sind, als der Sirius, jener prachtvolle Fixstern am Firmamente: so dürfen wir doch nicht glauben, den Grenzen des Weltalls dadurch merklich näher gekommen zu sein. Undenkbar sei es, daß die Werke der Allmacht in eine, unserm endlichen Geiste übersehbare Grenze eingeschlossen seien, oder daß Tausende von Siriusfernen als etwas Großes, gegen die Werke Gottes Erhebliches, angesehen werden könnten. Denken wir uns aber bis in das Unendliche hinaus Sonnen über Sonnen, wobei wir uns freilich gerne bescheiden, nicht zu wissen, ob nicht in anderen Theilen der Schöpfung etwas Anderes, als die uns bekannten Arten von Weltkörpern vorkommen: so kann es keinen Punct am Himmel geben, der nicht einen Stern darböte, und wenn das Licht ganz ungeschwächt zu uns gelangte, so müßte das ganze Himmelsgewölbe so leuchtend, als die Sonne erscheinen. Einen solchen, den Himmel fast gleichförmig bedeckenden Glanz, der nur dadurch, daß eine Sonne etwas mehr, eine andere etwas weniger intensives Licht hätte, in einigem Grade ungleich

sein könnte, beobachten wir bekanntlich nicht. Dieß ist aber kein Grund, um die Unendlichkeit des Weltgebäudes zu verwerfen; denn wenn Sie Sich erinnern (fünf- und zwanzigster Brief S. 218), daß die durchsichtigsten Körper, welche wir kennen, die Luftarten, das durchgehende Licht etwas schwächen: so müßte dasselbe auch der Weltenraum bewirken, sofern er nicht absolut durchsichtig sein sollte. Das matte Licht einer sternhellen Nacht könnte also die Folge einer solchen Schwächung sein, welche die von den Fixsternen ausgehenden Lichtstrahlen auf ihrem ungeheuer langen Wege erleiden.

Um diese Betrachtungen nur etwas zu erläutern, denken Sie Sich zur Nachtzeit so viele Kerzen in großen aber sehr verschiedenen Entfernungen Ihrer Umgebung, daß kein Punct zu finden wäre, wo Ihr Auge nicht eine solche Kerze träfe. Ihre Umgebung würde in diesem Falle, wegen der Schwächung der von den Kerzen ausgehenden Lichtstrahlen in der nicht vollkommen durchsichtigen Luft, nur wenig erleuchtet erscheinen.

Sie sehen, welchen größeren inneren Gehalt die Hypothese von der Existenz des Aethers in der neueren Zeit dadurch erlangt hat, daß man wirkliche Erscheinungen ihr anzupassen suchte. So lange, als diese Erscheinungen nicht auf andere Weise ungezwungener erklärt werden können, wird sich jene Hypothese immerhin behaupten.

Der verstorbene Physiker Brandes hob in der That einen beachtungswerthen Umstand hervor, welcher der Sache eine andere Wendung geben könnte. Es wäre nämlich denkbar, daß die unzählige Mal einander

durchkreuzenden Lichtstrahlen, welche von den zahllosen Fixsternen kommen, auch jene Schwächung des Lichtes bewirken könnten. Ob dieser oder jener Umstand, oder ob andere uns ganz unbekannte Verhältnisse das Licht schwächen, darüber wird wohl nie entschieden werden können. Die Unendlichkeit des Weltgebäudes im vollkommensten Sinne widerspricht aber der Annahme gewiß nicht, daß die Schwächung des Lichtes vom Aether herrühre.

Man kann sich nicht anders denken, als daß etwas, was einen Widerstand leistet, der Schwerkraft folgen müsse. Wir können also nicht den angenommenen Weltäther mit der Licht- oder Wärmematerie vergleichen; denn ich habe im zwei und zwanzigsten Briefe bemerkt, daß die Wärme nicht schwer sei, und dasselbe gilt auch vom Lichte. Man hat auch gefunden, daß das Licht nicht die schwächsten Spuren einer Wirkung durch Anstoß zeigt; denn concentrirt man durch einen großen Brennspiegel das Sonnenlicht und leitet den Brennpunct unmittelbar auf eine äußerst leicht bewegliche, wie der Balken einer Wage aufgehangene Nadel: so zeigt letztere auch nicht die mindeste Schwankung. Bedenken Sie, daß ein solcher Lichtbündel mit der größten Geschwindigkeit, die wir kennen, auf die Nadel fällt: so sehen Sie ein, daß das Licht, wenn es eine auch noch so feine, wägbare Materie wäre, dieser großen Geschwindigkeit wegen einen Stoß auf die Nadel, welche so leicht beweglich ist, daß sie der schwächste Hauch zum Schwanken bringen kann, ausüben müßte.

Der feinste unter den wägbaren Körpern, die Luft, kann bei schneller Bewegung, wie die Wirkungen der Stürme zeigen, die größten Bäume entwurzeln, Häuser zum Einsturze bringen u. s. w. Was ist aber die Geschwindigkeit des Windes, selbst in den heftigsten Stürmen, gegen die des Lichtes, welche mindestens $6\frac{1}{2}$ Millionen Mal so groß, als jene ist! — Aus den Gesetzen der Bewegung folgt, daß das Licht, wenn es eine Materie, $6\frac{1}{2}$ Millionen Mal so fein, als die Luft an der Meeresfläche wäre, seiner ungeheuern Geschwindigkeit wegen einen Stoß hervorbringen müßte, wie der ist, den der heftigste Sturm bewirkt. Statt dessen rührt sich nicht einmal die leicht bewegliche Nadel, welche von dem durch ein Brennglas concentrirten Lichtbündel getroffen wird. Einen stärkeren Beweis, daß dem Lichte alle Schwerkraft mangeln müsse, kann es kaum geben. Ja sogar die Vorstellung, daß sich das Licht durch die Schwingungen des Aethers fortpflanze, wird dadurch sehr erschüttert; denn wenn die Materie desselben auch noch so fein gedacht wird, so muß sie doch immer noch eine solche sein, welche einen Widerstand leisten kann. Leistet sie aber Widerstand, so müssen ihre Schwingungen einen Stoß verursachen, der leicht bewegliche Körper in Bewegung versetzen kann.

Die Grenzen der menschlichen Erkenntniß zu zeigen, ist nicht minder wichtig, als das hervorzuheben, was wir wissen. Die räumlichen Gesetze der Verbreitung der Lichtstrahlen in der Luft und in andern durchsichtigen Körpern, ihre Brechung, Zurückwerfung u. s. w.

kennen wir so genau, daß wir die Wege, welche sie nehmen, genauer berechnen können, als den Lauf des Wassers auf der Erde. Frägt man aber, was ist das Licht, so kann man durchaus nicht eine genügende Antwort erwarten: man kann höchstens nur sagen, was es nicht ist, was es nicht sein kann; nicht aber was es ist. Ist es aber mit der wäg- und greifbaren Materie anders? Wissen wir denn von dem Wesen der Materie, woraus dieser oder jener Stein, dieses oder jenes Metall u. s. w. besteht, mehr, als von dem Lichte? —

Sie sehen, sofern der Weltäther einen Widerstand leistet, und dieß ist es ja gerade, was zur Annahme seiner Existenz führt: so kann man ihn nicht für eine dem Licht- oder der Wärme ähnliche Materie halten. Die Vorstellung Huygens, daß jener Aether die Lichtmaterie selbst sei, ist daher unbegründet.

Ich kann mir jedoch eine Bemerkung denken, die Sie meinen Schlüssen entgegensetzen dürften. Sie sagen vielleicht, wenn das, was einen Widerstand leistet, eine wägbare Materie ist: so muß auch das, was einen Widerstand überwindet, eine solche sein. Da nun die elektrische Materie des Blitzes Bäume spalten, Mauren zerschmettern, kurz die heftigsten Wirkungen hervorbringen, oder mit andern Worten, die größten Widerstände überwinden kann: so muß die elektrische Materie eine wägbare sein.

Erlauben Sie aber, diesen Einwendungen die Widerlegung auf dem Fuße folgen zu lassen. In den

Wirkungen der Elektricität zeigt sich ein Anziehen und ein Abstoßen, welches wir in dem allgemeinen elektrischen Grundgesetze: „ungleichnamige Elektricitäten ziehen einander an, gleichnamige stoßen einander ab," ausdrücken. Wenn nämlich zwei leicht bewegliche Körper gleichnamige Elektricität enthalten: so stoßen sie einander ab; enthalten sie aber ungleichnamige Elektricitäten: so ziehen sie einander an. Je stärker oder intensiver die Elektricitäten sind, desto mehr können selbst schwer bewegliche Körper zum Abstoßen gebracht werden. Sie begreifen daher, wie bei einem sehr hohen Grade elektrischer Intensität Körper in Folge jener abstoßenden Wirkungen auseinander geschlagen oder zersprengt werden können. Das elektrische Glockenspiel, der elektrische Puppentanz, diese physikalischen Experimente, welche Sie in Ihren Kinderjahren mit Interesse gesehen haben, zeigen sehr anschaulich die anziehenden und abstoßenden Wirkungen der Elektricitäten.

So weit sich die elektrischen Wirkungen in Anziehungen der Körper äußern, sind sie in Uebereinstimmung mit den Wirkungen der Schwere. Da es Niemand einfallen wird, die Schwerkraft selbst für eine wägbare Materie zu halten: so kann man auch nicht die Elektricität für eine solche halten. Was aber von den Ursachen anziehender Kräfte gilt, hat auch Bezug auf die Ursachen abstoßender Kräfte.

So könnten Sie Sich also wohl eine überaus feine Materie im Weltenraume denken, welche der Bewegung der Planeten und Kometen einen Widerstand

leistet, ohne aber eine wägbare zu sein. Indeß einiges Nachdenken führt Sie sogleich auf einen Widerspruch. Die elektrische Materie, welche so große Widerstände überwinden kann, welche sichtbar im Blitze aus den Wolken niederfährt und Körper zerschmettert, die allen irdischen Kräften zu trotzen scheinen, ist nicht etwas für sich im Raume Bestehendes, wie etwa die im Winde und in Stürmen heftig bewegte Luft. Sie ist nicht ein Donnerkeil, den der erzürnte Jupiter, das physische Symbol des Aethers in der orphischen Religion, auf die Erde schleudert; sondern sie ist eine Substanz, die wir stets an wägbare irdische Materie gebunden oder dieselbe durchströmend finden. Wollten wir daher den Aether im Weltenraume als eine, der elektrischen Materie ähnliche Substanz uns denken: so würden wir wieder auf die Existenz einer wägbaren Materie in jenem Raume zurückgeführt werden, an der jener gleichsam haftete, und wir wären in unsern Vorstellungen um kein Haarbreit weiter gekommen.

Wie ist aber überhaupt der Begriff einer wägbaren Materie im Weltenraume zu fassen? Unsere irdischen Materien sind wägbar, weil sie ein Eigenthum unserer Erde sind, und daher von dieser angezogen werden. Diesen Begriff tragen wir mit vollem Rechte auf andere Planeten und selbst auf die Sonne über. Da diese Weltkörper eine Anziehung gegen unsere Erde ausüben: so müssen sie auch alle in ihren Bereich gehörenden Materien anziehen. Wie auf unserer Erde, giebt es also auch auf diesen wägbare Materien; dieß ist eine

Nothwendigkeit. Gehen wir in unserer Abstraction weiter, denken wir uns solche Materien im ganzen Weltenraume verbreitet: so verlieren wir plötzlich den festen Boden; es verwirren sich unsere Begriffe. Eben weil die Wägbarkeit einer Materie nur in ihrem Verhältnisse zu einem Weltkörper gedacht werden kann: so können wir keinen klaren Begriff mit einer solchen verknüpfen, die nicht ein Eigenthum irgend eines Weltkörpers wäre. Vergebens versuchen wir, die Art der Existenz einer solchen Materie im unendlichen Weltenraume uns zu denken.

Doch fragen wir nicht weiter nach der Möglichkeit ihrer Existenz. Nehmen wir sie als gegeben, wie wir den Raum als gegeben annehmen müssen; beachten wir die ewig waltenden Gesetze im Universum, und eine Vorstellung taucht auf, die nicht bloß im Reiche der Möglichkeit, sondern in dem der Wirklichkeit liegt. Eine wägbare Materie ist eine solche, welche einer Anziehung fähig ist. Unsere Erde und alle Weltkörper, die in einem Raume sich bewegen, welcher mit einer solchen Materie erfüllt ist, müssen daher, weil ihnen Anziehungskraft verliehen, diese Materie anziehen und sogar verdichten, wenn sie, wie die Luft, elastisch ist. So wie unsere Erde, und wahrscheinlich auch die übrigen Himmelskörper, mit einer Atmosphäre umgeben ist, die immer dünner wird, je höher sie reicht: so müßte die Erde auch mit einer Aetherhülle umgeben sein, welche gleichfalls mit der Höhe immer dünner und dünner werden müßte. Während wir jene, nach aller Wahrscheinlichkeit, als begrenzt annehmen müssen, würde diese

in das Unendliche sich verbreiten, und auf jedem Weltkörper würden dieselben Verhältnisse sich wiederholen. Beide Atmosphären, die Luft- und Aetherhülle, in demselben Raume sich zu denken, würde keine Schwierigkeit haben; denn eben so, wie das Wasser, welches als Dunst aus den Gewässern der Erde ununterbrochen in die Luft aufsteigt und darin Platz findet, wie die verschiedenartigsten luftförmigen Substanzen in ihr sich verbreiten: so könnte auch eine noch bei weitem feinere Flüssigkeit, der Aether, in ihr ungestörten Platz einnehmen.

Nun aber kommen wir in das Gebiet des Chemikers. Alles was wäg- und sperrbar ist, jede Luft kann er sammeln und in Gefäßen absperren. Sollte der Aether, gleichfalls eine wägbare Flüssigkeit, ihm entgangen sein? — Sollte er in den vielen Versuchen, welche er mit der atmosphärischen Luft unternommen hat, und täglich unternimmt, nie eine Spur davon wahrgenommen haben? — Oder sollte der Aether eine Substanz sein, die sich in Luft und in alle irdische Körper gleichsam so verkriechen könnte, daß der Chemiker ihrer habhaft zu werden nicht im Stande wäre? —

Eine Substanz, zu deren Existenz die Astronomen durch ihre Beobachtungen geführt werden, sollte, möchte man erwarten, doch auch von den Chemikern nachzuweisen sein. Wir können aber nicht umgekehrt schließen: weil eine solche Substanz von den Chemikern nicht nachgewiesen ist: so kann sie auch nicht existiren. Täglich findet man in schon oft untersuchten Gesteinen,

Gewässern u. s. w. bekannte Stoffe, welche, ihrer außerordentlich geringen Menge wegen, früheren Untersuchungen entgangen sind.

So entdeckt jede neue Untersuchung des Meerwassers Stoffe, welche zwar zu den bekannten gehören, aber in demselben früher übersehen worden sind. Sie werden nicht anstehen, meiner Behauptung beizupflichten, daß alle Stoffe, welche in Gewässern überhaupt vorkommen, auch im Meerwasser sich finden müssen; denn alle Gewässer, welche auf unserer Erde fließen, vereinigen sich zuletzt im Meere.

Erst vor wenigen Jahren hat man in verschiedenen Mineralwassern, wie unter andern in Wiesbaden's heißen Quellen, überaus geringe Spuren von Arsenik und Antimon, in anderen eben so geringe Spuren von Kupfer, Zinn u. s. w. gefunden. Ist es daher nicht eine Nothwendigkeit, daß diese Metalle auch im Meerwasser, in welches jene Quellen zuletzt gelangen, vorkommen müssen? — Es steht aber dahin, ob eine auch noch so sorgfältige Untersuchung des Meerwassers diese Metalle auffinden wird; denn je geringer die Menge eines Stoffes, welcher in irgend einer Flüssigkeit enthalten ist, desto mehr wächst die Schwierigkeit, seiner habhaft zu werden.

Es ist wahr, es giebt Stoffe, die, wenn selbst nur ein Milliontel davon in einer Flüssigkeit enthalten ist, durch gewisse Erscheinungen, welche andere Stoffe beim Zusammentreffen mit ihnen hervorrufen, erkannt werden können. Ist z. B. in einer Flüssigkeit nur eine so geringe

Menge Silber aufgelöst, so können Sie es noch mittelst Kochsalz, welches eine Trübung darin bewirkt, erkennen. Aber dieß hat seine Grenzen. Ist die Menge des Silber noch geringer, als ein Milliontel: so zeigt sich keine Trübung mehr, oder sie kann wenigstens nicht mehr wahrgenommen werden. Ein Tropfen Dinte, den Sie in eine große Carafe gießen, färbt nicht mehr das Wasser und wenn Andere, die es nicht wissen, daß Sie Dinte hineingegossen haben, nichts davon wahrnehmen: so zweifeln Sie doch nicht an ihrer Gegenwart.

Eine noch so schwache, von unsern Sinnen nicht mehr wahrnehmbare Wirkung muß, wenn sie sich immer wiederholt, endlich einmal wahrnehmbar werden. Es ist Ihnen bekannt, daß unsere eisenhaltigen Mineralwasser theils am Rande der Quellenfassung, theils in den Abflußcanälen Eisenocher absetzen. Je geringer in ihnen der Eisengehalt, desto länger wird es dauern, ehe man in diesen Canälen den Ocherabsatz wahrnimmt. Aber endlich muß es doch geschehen, da die Bedingungen dieses Absatzes, die Einwirkung der Luft auf das aufgelöste Eisen, wodurch dasselbe unlöslich wird, sich in dem ununterbrochen abfließenden Wasser immer fort wiederholen. Daher brauchen Sie keine chemischen Mittel anzuwenden, um Sich von der Gegenwart oder Abwesenheit des Eisens in einem Quellwasser zu überzeugen; Sie haben nur zu untersuchen, ob die Abflußcanäle nicht wenigstens etwas ochergelb gefärbt sind. Sind sie es nicht, so würde selbst nicht die sorgfältigste chemische Prüfung einen Eisengehalt im Wasser erken-

nen lassen. Der Brunnenmeister würde dem ausgezeichnetesten Chemiker, welcher das Wasser auf Eisen vergebens prüfte, widersprechen, wenn er ihm den Eisenocher im Abflußcanale zeigte.

Eben so kann der Astronom dem Chemiker widersprechen, wenn dieser die Gegenwart des Aethers im Weltenraume läugnen will, weil seine Untersuchungen auch nicht die geringste Andeutung davon zu erkennen gegeben haben. Denn gleichwie die Gegenwart des Eisens in einem Wasser erst nach langer Zeit erkannt werden kann: so kann auch eine ungemein feine Flüssigkeit im Weltenraume erst nach einem längeren Zeitraume durch den Widerstand, den sie der Bewegung eines Kometen entgegensetzt, erkannt werden. Denken Sie Sich zwei Pferde, welche gleich vorzügliche Renner sind, wovon aber das eine einen Jockey zu tragen hat, der nur ein einziges Pfund mehr wiegt, als der, welcher das andere Pferd reitet: so kann doch dieses geringe Uebergewicht dem letzteren Renner den Sieg verleihen.

Aus diesen Bemerkungen ziehen Sie gewiß keinen andern Schluß als den, daß der Chemiker die Annahme des Astronomen von der Gegenwart einer überaus feinen, den Weltenraum erfüllenden Flüssigkeit weder bestätigen noch widerlegen kann.

Ihre Frage in Ihrem letzten Briefe hat mir Veranlassung gegeben, über Gegenstände zu sprechen, worüber viel speculirt aber wenig experimentirt werden kann. Es mag sein, daß ich Ihnen mehr Langeweile bereitet, als Unterhaltung gewährt habe. Wenn Sie

indeß dem Idealphilosophen erlauben müssen, nur zu speculiren, und von aller Realität zu abstrahiren: so werden Sie auch dem Naturforscher das Recht nicht versagen, über solche Dinge noch zu sprechen, die man nicht mehr mit Händen greifen kann. Die sämmtlichen Naturwissenschaften bilden ein Ganzes; die Theile dieses Ganzen können sich in dem, was jeder für sich auf verschiedenen Wegen zur Erkenntniß gebracht hat, nicht widersprechen. Eine dieser Wissenschaften kann auf dem Wege der Beobachtung und des Experiments zu Schlüssen kommen, denen eine andere nicht folgen kann. Ehe diese Widerspruch erhebt, prüfe sie vorher die Mittel, welche ihr zur Widerlegung oder zur Bestätigung zu Gebote stehen. Fühlt sie sich in diesen Mitteln schwach, überzeugt sie sich, daß ihre Schwester in der Wahl der ihrigen ihr weit überlegen ist: so thut sie wohl, den ungleichen Kampf aufzugeben.

So habe ich versucht, die chemischen Mittel zu beleuchten, die Annahme der Astronomen von der Existenz eines Aethers entweder zu bestätigen oder zu widerlegen. Da ich aber diese Mittel dafür zu schwach befunden habe, so blieb nichts anderes übrig, als das Feld zu räumen und es der Astronomie zu überlassen.

Ein und dreißigster Brief.

Im vorigen Briefe bin ich, durch Ihre Frage veranlaßt, von meinem Thema abgekommen. Fast könnte es in diesem eben so gehen, da meine gelegentliche Mittheilung, daß man in Wiesbaden's Heilquellen und in andern Mineralwassern Arsenik gefunden habe, Sie in einige Unruhe versetzt zu haben scheint, und einige weiteren Fragen veranlaßt hat. Beruhigen Sie Sich indeß: die Menge des Arseniks ist so gering, daß eine Vergiftung selbst beim übermäßigen Genusse eines solchen Wassers nicht zu besorgen ist. Im Gegentheile dürften Sie leicht einsehen, wie zum Theil von dieser geringen Menge des heftigsten unter den mineralischen Giften sogar die heilenden Wirkungen dieser Mineralwasser herrühren können.

Gifte sind Stoffe, welche, selbst in geringen Mengen genommen, tödtliche Wirkungen herbeiführen, und die also sehr energisch auf den Organismus wirken.

Wird ihre Dosis so weit vermindert, daß sie nicht mehr lebensgefährlich wirken: so muß es möglich sein, daß sie in Fällen, wo die gestörten Functionen des thierischen Organismus nur durch eine kräftige Reaction wieder herzustellen sind, ausgezeichnete Dienste leisten können. Wirklich gehören nicht bloß Arsenik, sondern auch andere heftige Gifte, wie ätzender Quecksilbersublimat, Blausäure u. s. w., zu den wichtigsten Arzneimitteln. „Aber vorsichtig vom vorsichtigen Arzte," sagt der treffliche Arzt und Chemiker Boerhave von dem Gebrauche des heroischen Quecksilbersublimats. „Stehe ab davon, wenn du die Methode nicht kennst *)."

Ueber die eigentliche, die Hauptursache des Windes zu sprechen, dieß war es, was ich in meinem vorletzten Briefe mir vorbehalten hatte, und hierüber erbitte ich mir auf wenige Augenblicke Ihre Aufmerksamkeit.

Alle Bewegungen in der Luft werden zunächst durch einen Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung hervorgebracht. Dieser Wechsel ist aber in den meisten Fällen die Folge der Wirkungen der Wärme und Kälte. Durch Temperaturerhöhung an irgend einer Stelle wird die Luft ausgedehnt und verdünnt. Dadurch wird ein Aufsteigen der leichter gewordenen Luft bewirkt, und dieß führt ein Zuströmen von der Seite herbei. Es entsteht demnach eine dreifache Be-

---

*) „At prudenter a prudente Medico. Abstine, si methodum nescis" sind die Worte des gelehrten und berühmten Holländers.

wegung: ein Aufsteigen, ein Zuströmen zur erwärmten Stelle, und ein Wegströmen von dieser in den oberen Regionen.

Sie können Sich diese Bewegungen der Luft, d. h. die Entstehung der Winde sehr gut versinnlichen, wenn Sie mit einiger Aufmerksamkeit den Luftzug in unsern Windöfen betrachten. Der warme Rauch steigt im Schornstein auf, und vertheilt sich in die obern Regionen der Luft, die kalte Luft tritt durch die Thüre des Aschenfalls nach und geht durch das Feuer in den Schornstein. Wir haben also hier gleichfalls eine dreifache Bewegung: ein Aufsteigen, ein Zuströmen und ein Wegströmen. Der Rauch ist aber nichts anderes, als die durch das Feuer erhitzte atmosphärische Luft, welche durch das Verbrennen des Holzes oder der Kohle etwas verändert und beladen ist mit feinen Kohlentheilchen oder Ruß. Nur diese feinen Kohlentheilchen machen die aus dem Schornsteine entweichende warme Luft sichtbar. Je heißer die Luft im Schornsteine, desto mehr ist sie ausgedehnt oder verdünnt, desto schneller steigt sie auf, und desto schneller tritt die kalte Luft durch die Aschenthüre nach. Da das Zuströmen der Luft zum Brennmateriale eine nothwendige Bedingung der Verbrennung ist: so brennt das Feuer um so besser, je mehr kalte Luft zuströmt. Je besser aber das Feuer brennt, desto mehr Hitze wird entwickelt, desto mehr wird die abziehende Luft erhitzt, und desto besser ist der Luftzug. Daher wollen die Oefen, wenn der Schornstein erkaltet ist, nicht brennen;

denn die darin enthaltene Luft ist dann nicht wärmer, als die äußere und steigt also nicht auf. Daher pflegt man durch Blasen mit Blasebälgen das Feuer in Gang zu bringen; so wie aber nur etwas die Luft im Schornsteine sich erwärmt, so stellt sich von selbst der Luftzug her.

Bei Feuersbrünsten zeigen sich die aufsteigenden Luftströme in einem noch höheren Grade. Wenn nicht schon beim Entstehen derselben ein Wind weht, so erhebt er sich während ihrer Dauer, und meist mit zunehmender Stärke; auch ändert er zuweilen seine Richtung. Durch das Verbrennen großer Massen Holz bei Ausrottung der Urwälder entstehen furchtbare Wirbelwinde. Bei einem solchen Brande erhoben sich die Flammenkegel 150 bis 200 Fuß, die Rauchsäule aber so hoch, daß das Auge ihr Ende nicht erreichen konnte. Sie wirbelten stark und erzeugten ein Getöse, welches den Donner noch übertraf. Dabei entstand ein solcher Wirbelwind, daß abgehauene Bäume von 6 bis 8 Zoll Durchmesser vom Boden fortgerissen und 40 bis 50 Fuß hoch emporgehoben wurden. Bei dem großen Waldbrande, welcher im Herbste 1825 eine Strecke von 140 engl. Meilen Länge und 70 Meilen Breite in Neubraunschweig zerstörte, brannte das Feuer einige Tage ruhig; plötzlich erhob sich aber ein heftiger Westwind, welcher es so schnell vor sich hintrieb, daß die beiden Städte Douglaß und New-Castle gänzlich zerstört wurden.

Ein ununterbrochenes Aufsteigen der Luft findet

in der heißen Zone statt, weil dort die Erde am meisten und beständig fort von der Sonne erwärmt wird. Sie wissen, daß es in diesem Erdstriche gar keinen Winter giebt; denn die dortige, unserm Winter correspondirende Jahreszeit ist die Regenzeit. In Folge der daselbst aufsteigenden Luft strömt die zu beiden Seiten angrenzende Luft herbei. So muß von den beiden Polen unserer Erde nach dem Aequator, welcher die heiße Zone bekanntlich in zwei gleiche Theile theilt, ein stetes Zuströmen der kalten Polarluft stattfinden. Dagegen fließt die erwärmte und aufgestiegene Luft oben wieder nach den Polen ab.

Hier zeigt sich wieder, wie überall, ein merkwürdiges Streben der Natur nach Gleichgewicht. Auch den kalten Erdstrichen sollte ein Theil der, in der heißen Zone im Ueberflusse erzeugten Wärme zu Gute kommen, und dagegen die hier herrschende große Hitze gemäßigt werden. Dieß ist aber nicht der einzige Zweck, den die Vorsehung hierbei hat. Im heißen Erdstriche verdunstet bei weitem mehr Wasser, wie in den gemäßigten und kalten Zonen. Mit der Luft, die in den höheren Regionen jener Zone nach den Polen strömt, kommt auch das luftförmige Wasser in die kälteren Erdstriche, und verdichtet sich daselbst zu Regen u. s. w. Also auch der Wasserüberfluß in jener Zone kommt den letzeren zu Gute. In heißen Ländern gehen Fäulnißprocesse bei weitem lebhafter von Statten, als in kalten. Wo in jenen Sümpfe sich befinden, Urwälder ausgerottet werden, wo große Ströme, die ungeheure Mengen von Bäumen und anderen Pflanzen mit

sich führen, in das Meer sich ergießen, da finden Fäulnißprocesse in solcher Ausdehnung und mit solcher Kraft statt, daß die Luft ganz verpestet wird von den Producten dieser Processe. Zwar werden, wie ich im vorigen Briefe bemerkt habe, diese schädlichen Stoffe mit den aufsteigenden Luftströmen in die höheren Regionen geführt; aber auch dort würden sie sich anhäufen, wenn sie nicht mit der nach den Polen abfließenden Luft in kältere Regionen geführt und dort verdichtet würden. So senden die heißen Länder den kälteren auch Nahrungsstoffe für das Pflanzenwachsthum zu. Wärme, Feuchtigkeit und diese Nahrungsstoffe sind es also, welche die kälteren Erdstriche von den heißen empfangen. Dieß sind aber die Grundbedingungen des organischen Lebens, aus und mit denen alle organischen Wesen sich entfalten, und die Verbreitung dieses Lebens in alle Länder unserer Erde ist das höchste Ziel, welches die Natur sich auf Erden setzt.

Wenn sich die Erde nicht um ihre Axe drehte, so würde die von den Polen nach der heißen Zone strömende Polarluft rechtwinkelig diese Zone treffen. Auf der nördlichen Seite des Aequators würde also Nord=, auf der südlichen Südwind beständig herrschen. Nun dreht sich aber unsere Erde von Westen gegen Osten um ihre Axe, und die Atmosphäre folgt dieser Bewegung, da sie von der Erde angezogen wird. Diese tägliche Umdrehung der Erde hat unter dem Aequator die größte Geschwindigkeit; sie nimmt nach beiden Seiten hin ab und wird an den Polen selbst Null. Der

Umfang des Aequators ist 5400 geographische Meilen; jeder Ort am Aequator durchläuft also täglich 5400 Meilen. In unsern Gegenden ist aber diese Geschwindigkeit nur ungefähr $\frac{2}{3}$ Mal so groß, d. h. unsere Wohnorte legen täglich nur einen Weg von 3600 Meilen zurück. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Orte unter dem Aequator bewegen, ist daher so groß, daß die Geschwindigkeit der von den Polen nach ihm strömenden Luft dagegen verschwindet. Die gegen den Aequator von den beiden Polen strömende Luft muß mithin in der Richtung nach Westen zurückbleiben und einen Ostwind erzeugen.

Anschaulicher wird Ihnen dieses Verhalten, wenn Sie Sich bei schwachem Nordwinde in der Richtung von Westen nach Osten sehr schnell bewegen. Reisen Sie z. B. bei schwachem Nordwinde auf dem Dampfschiffe oder auf der Eisenbahn gegen Osten: so werden Sie wahrnehmen, wie sich jener Nordwind scheinbar in einen Ostwind umwandelt. Er bläst gegen Sie; denn die schwach bewegte Luft bleibt in der Richtung nach Westen zurück, und Sie durchschneiden sie mit großer Schnelligkeit. Gerade so ist es auch auf der Erde: der Nordwind in der nördlichen Erdhälfte, wie der Südwind in der südlichen kehren sich in einen Ostwind um. Dieß ist also die Ursache des in der heißen Zone herrschenden Ostwindes, welchen man den P a s s a t w i n d nennt.

Da die Geschwindigkeit der täglichen Umdrehung der Erde vom Aequator nach den beiden Grenzen der

heißen Zone schon etwas abnimmt: so verursacht diese geringere Geschwindigkeit, daß an diesen Grenzen die Richtung der Polarwinde mehr fühlbar wird. Der Wind bläst also daselbst nicht mehr ganz von Osten, sondern nimmt eine mittlere Richtung auf der nördlichen Erdhälfte zwischen Osten und Norden, und auf der südlichen zwischen Osten und Süden. Der Passatwind nimmt demnach auf jener Erdhälfte eine nordöstliche, auf dieser eine südöstliche Richtung an. Unter dem Aequator selbst, wo beide Polarströme zusammenstoßen, und die erwärmte Luft stark aufwärts strömt, geht der Wind fast in Windstille über.

Eine Fahrt auf dem Dampfschiffe oder auf der Eisenbahn kann Ihnen gleichfalls die Veränderung in der Richtung des Windes, je nach den verschiedenen Graden der Geschwindigkeit des Schiffes oder des Dampfwagens, recht gut versinnlichen. Haben wir z. B. Nordwind bei Besteigung des stille liegenden Schiffes: so wird, wenn es von Westen nach Osten fährt, in den ersten Momenten, wo die Geschwindigkeit noch sehr gering ist, die Richtung des Windes sich sehr wenig ändern. Mit zunehmender Geschwindigkeit wird aber der Wind immer mehr in Ost übergehen, und ist die Geschwindigkeit des ersteren sehr groß, die des letzteren sehr gering: so wird der Wind sich fast ganz in Ost umkehren. Der Fall, in welchem das Schiff die größte Schnelligkeit erreicht, stimmt also mit der Umdrehungs-Geschwindigkeit eines Ortes unter dem Aequator überein, wo ebenfalls der Nordwind auf der

nördlichen Erdhälfte in Ostwind übergeht. Der Fall, in welchem das Schiff ruht, entspricht dem Standpuncte an den Polen, wo die Umdrehungs-Geschwindigkeit Null ist, und die ursprüngliche Richtung des Windes sich durch die Umdrehung der Erde nicht verändert. Endlich die langsamere Bewegung des Schiffes entspricht einem Standpuncte auf der Erde zwischen dem Aequator und den Polen, wo auf der nördlichen Hälfte der Wind eine nordöstliche, auf der südlichen eine südöstliche Richtung annimmt, und die Umdrehungs-Geschwindigkeit geringer als unter dem Aequator ist. Da übrigens der Unterschied zwischen der Geschwindigkeit des, selbst stromabwärts fahrenden Schiffes und des, wenn auch äußerst schwachen Nordwindes nie so groß ist, als zwischen einem mit ungeheurer Geschwindigkeit sich fortbewegenden Orte unter dem Aequator und einem selbst starken Nordwinde: so wird auf dem Dampfschiffe nie eine so völlige Umkehrung des Nordwindes in Ostwind eintreten, wie unter dem Aequator. Auf jenem wird also der Wind stets noch eine nordöstliche Richtung beibehalten.

Bei dieser Vergleichung müssen wir auf einen Umstand achten, der leicht zu einer Mißdeutung Anlaß geben kann. Selbst bei völliger Windstille wird man auf einem schnell segelnden Dampfschiffe, oder auf einem Eisenbahn-Wagen einen entgegen wehenden Wind wahrnehmen, weil die ruhende Luft einem jeden darin mit Schnelligkeit sich bewegenden Körper einen Widerstand leistet, der einen Luftzug oder Wind hervorruft.

Nur dann würde man auf einem Schiffe gar keinen Luftzug verspüren, wenn der Wind in der Richtung und mit der Geschwindigkeit desselben bliese: ein Fall, der nur sehr selten eintreten wird. Wollen wir die Bewegung eines Schiffes oder Eisenbahn-Wagens mit der Bewegung der Erde um ihre Axe vergleichen, um uns die Richtung der Passatwinde zu versinnlichen: so müssen wir stets den Fall im Auge behalten, wo ein mäßiger Wind das Schiff seitwärts trifft; denn nur dieser Fall ist zu vergleichen mit den Polarwinden auf unserer Erde, die, je näher dem Aequator, desto östlicher werden.

Die Veränderungen in der Richtung des Windes auf dem Dampfschiffe nehmen Sie am leichtesten an den Flaggen, besonders an der kleinen am höchsten Mastbaume wahr. Trifft es sich, daß die Gesellschaft für Sie langweilig, der Wind aber für diese Beobachtungen günstig ist: so haben Sie Gelegenheit, jene Veränderungen auf einer längeren Fahrt wiederholt wahrzunehmen. Bläst nämlich der Wind mäßig von der Seite her, so zeigt die Flagge diese Richtung so oft, als das Dampfschiff anlegt oder als es beim Anfahren der Nachen seine Geschwindigkeit vermindert. Während des Anlegens nehmen Sie die wahre Richtung des Windes wahr. Setzt sich das Schiff wieder in Bewegung, so dreht sich nach und nach die Flagge und wendet sich der Richtung zu, welche dasselbe in seinem Laufe nimmt. Hat das Schiff seine volle Geschwindigkeit wieder erreicht und ist der Wind schwach:

so sehen Sie die Flagge nahe in jener Richtung wehen. Macht der Strom viele Krümmungen, muß daher das Schiff seine Richtung oft verändern: so ändert sich eben so oft die der Flagge. Je mehr diese Richtung mit derjenigen übereinstimmt, in welcher der Wind gegen das Schiff bläst, desto mehr nimmt die Flagge die Richtung, in der sich dasselbe bewegt. Kurz, mit einiger Aufmerksamkeit können Sie auf einer Reise mit dem Dampfschiffe leicht die verschiedenen Richtungen verfolgen, welche der Wind, in Folge der Umdrehung der Erde um ihre Achse, an den verschiedenen Puncten zwischen dem Aequator und den Polen zu nehmen gezwungen ist.

Noch genauer als durch die Flaggen können Sie die Veränderungen in der Richtung des Windes mit Hülfe des aus dem Kamine ausströmenden Rauches wahrnehmen; denn ist der Wind so schwach, daß während des Anlegens des Schiffes die Flaggen gar nicht bewegt werden: so zeigt Ihnen der leicht beweglichere Rauch doch noch die Richtung des schwachen Windes an.

Vielleicht glauben Sie, daß die Ursache des Passatwindes in der heißen Zone eine näher liegende sei, daß nämlich auf gleiche Weise, wie wir auf einem gegen Osten schnell fahrenden Schiffe, selbst bei völliger Windstille, einen uns entgegen wehenden Ostwind wahrnehmen, auch bei der noch viel schnelleren Bewegung der Puncte unter dem Aequator ein Ostwind entstehen müsse. Wirklich haben frühere angesehene Physiker auf diese Weise den Passatwind zu er-

klären gesucht. Sie waren nämlich der Meinung, daß die Luft, diese feinere, die Erde umgebende Flüssigkeit nicht dieselbe Geschwindigkeit, wie dieser feste Körper erlangen könne, und daher bei der täglichen Umdrehung der Erde von West nach Ost zurückbleiben und dadurch einen beständigen Luftzug in entgegengesetzter Richtung, also von Ost nach West, erzeugen müsse. Man darf sich die Umdrehung der Erde keineswegs so denken, wie die einer auf der Drehbank rotirenden Kugel. Die Atmosphäre ist eine unserer Erde zugehörende Flüssigkeit, welche von ihr angezogen wird, und die vermöge dieser Anziehung verhindert wird, in den Weltenraum sich zu zerstreuen. Wegen dieser Anziehung muß die Atmosphäre allen Bewegungen der Erde folgen, sowohl bei ihrer täglichen Bewegung um ihre Axe, als bei ihrer jährlichen um die Sonne. Die Luft hingegen, in welcher sich die Kugel auf der Drehbank herumdreht, wird von dieser nicht mehr, als von der Erde angezogen; sie ist daher in Beziehung auf die drehende Kugel als stillstehend zu betrachten. Ein kleines Insekt, welches auf einer solchen Kugel säße, würde daher einen, der Bewegung derselben entgegengesetzten, Luftstrom empfinden, wie wir, wenn wir uns schnell durch die Luft bewegen.

Wenn man um eine massive Kugel eine hohle so befestigte, daß die letztere ringsumher gleichweit von jener abstände, und zwischen beiden also ein Luftraum eingeschlossen wäre: so würde man, wenn man diese beiden Kugeln auf die Drehbank spannte, ein Bild von

der Umdrehung der Erde mit ihrer Atmosphäre um ihre Axe haben. Die zwischen beiden Kugeln eingeschlossene Luft würde der Umdrehung derselben folgen, weil sie von den beiden Kugeln fast eben so, wie die Atmosphäre von der Erde angezogen würde. Ein Insekt, welches auf der innern Kugel säße, würde kaum einen Luftzug verspüren. Ich sage kaum; denn völlig übereinstimmend mit der Umdrehung der Erde würden die Verhältnisse nicht sein, da die Anziehung der eingeschlossenen Luft von der Erde nicht ganz aufgehoben sein würde.

Der Mensch sucht aus Naturverhältnissen so viel wie möglich Nutzen zu ziehen; so auch aus den Passatwinden. Diese Winde konnten den Alten wegen ihrer beschränkten Schifffahrt nicht bekannt sein. Columbus, der bekannte Entdecker von America, scheint der erste gewesen zu sein, welcher durch sie bei seiner ersten Rückkehr von Westindien nach Europa sehr belästigt worden ist. Seitdem sind sie durch die zahlreichen Seefahrer viel beobachtet worden. Regelmäßig und stets gleichmäßig könnten sie nur dann wehen, wenn die Erde überall mit Wasser bedeckt wäre, und die Sonne ihren Stand in den verschiedenen Jahreszeiten nicht änderte.

Theorie und Erfahrung stimmen darin überein, daß der Passatwind an seinen nördlichen Grenzen in der heißen Zone auf der nördlichen Halbkugel eine nordöstliche, auf der südlichen eine südöstliche nimmt und unter dem Aequator selbst, wo beide Polarströme

zusammenstoßen und die erhitzte Luft stark aufwärts strömt, fast in Windstille übergeht. Die oben wieder abfließende Luft nimmt jedoch aus gleichen, aber entgegengesetzt wirkenden Ursachen auf der nördlichen Halbkugel eine südwestliche, auf der südlichen eine nordwestliche Richtung an. Allein nur auf sehr großen Meeren findet man die dadurch bewirkte regelmäßige Luftbewegung; denn über kleineren Wasserflächen und noch mehr über dem Lande wird sie mannichfaltig modificirt.

Wegen des veränderlichen Standes der Sonne treffen also die Seefahrer die Passate in den verschiedenen Jahreszeiten unter ungleichen nördlichen und südlichen Breiten. Der Natur der Sache nach müssen die Passate in der Mitte zwischen ihren äußersten Grenzen hinsichtlich ihrer Richtung und Stärke am regelmäßigsten sein. Die Schiffer suchen namentlich im atlantischen Ocean, auf den Reisen nach America, bald diese Richtung zu erreichen. Deßwegen steuern sie von Madeira aus südlich, um in den Theil des Meeres zu gelangen, welchen die Spanier, wegen der Leichtigkeit der Schifffahrt, den Golph der Damen (Golfo de las Damas) nennen, und wo, wegen fast stets gleichbleibender Temperatur, in der Regel ohne Unterbrechung heiterer Himmel herrscht. Eben deßhalb steuern auch die Ostindienfahrer von Madeira aus nach der Küste von Brasilien. Vorzugsweise hindernd auf die regelmäßigen Passate wirken die Küsten; denn diese haben einen bedeutenden Einfluß auf die

Temperatur. Unmittelbar an denselben wehen die Passate nicht, weil daselbst die See- und Landwinde, wovon ich bei einer andern Gelegenheit sprechen werde, herrschen; sie treten erst in ungleicher Entfernung von den Küsten ein.

Je mehr indeß dem Menschen es gelingt, sich unabhängig von den Kräften der Natur zu machen, desto mehr kann er seinen eigenen folgen. Seitdem auch die Seefahrer die Kraft des Dampfes benutzen, ist ihre Fahrt weniger von der Richtung des Windes abhängig. Und so steuern sie jetzt fast in gerader Richtung von einem Welttheile zum andern und trotzen so lange der Macht der Winde, als diese nicht die Oberhand gewinnen. Ganz unwirksam wird die Kraft des Dampfes, wenn der Sturm die Flanken des Schiffes trifft und es in dieser Richtung schaukelt. Dann können die Dampfmaschinen nicht mehr wirken, weil die Räder abwechselnd in der Luft und völlig untergetaucht ins Wasser sich drehen. Während eines heftigen nächtlichen Sturmes, auf einer Seefahrt von Triest nach Venedig, habe ich diese Vernichtung der Kraft des Dampfes durch die des Windes im vollen Maaße kennen zu lernen, höchst unerfreuliche Gelegenheit gehabt.

Lassen Sie mich schließlich ein etwas alt gewordenes Versprechen erfüllen. Die atmosphärische Luft hat mir Anlaß gegeben, Ihre Aufmerksamkeit nach verschiedenen Seiten hin zu lenken. Das in chemischer Hinsicht Wichtigste ist aber noch unerörtert geblieben. Im fünf und zwanzigsten Briefe (S. 217) habe

ich nämlich bemerkt, daß unsere atmosphärische Luft nicht, wie man früher glaubte, ein Element sei, sondern daß sie aus zwei ganz verschiedenen Luftarten, welche ihre Hauptbestandtheile sind, zusammengesetzt ist. Hier nun die Gründe und Beweise für diese Behauptung.

Sie besitzen mehr Kunstfertigkeit, als zur Anstellung einiger Experimente erforderlich ist, welche Ihnen eine klare Anschauung von der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft geben dürften. Erlauben Sie, Ihnen diese Experimente zu beschreiben.

Stellt man eine brennende Kerze auf eine tiefe Schale, stürzt man ein Cylinderglas darüber und gießt man Wasser in die Schale, so ist die Luft im Cylinder durch das Wasser abgesperrt: d. h. eine unmittelbare Communication zwischen der eingeschlossenen und der äußern Luft oder ein Zutritt von dieser zu jener kann nicht stattfinden. Die Kerze brennt eine Zeit lang unverändert fort; aber bald wird die Flamme kleiner und immer kleiner, und endlich löscht sie aus. Läßt man diese Vorrichtung etwa bis zum nächsten Tage stehen, so findet man, daß das Sperrungswasser ungefähr um $\frac{1}{10}$ der Höhe des Cylinders in die Höhe gestiegen ist, woraus folgt, daß $\frac{1}{10}$ der ganzen abgesperrten Luft verzehrt worden ist. Bringt man in diese rückständige Luft unter dem Cylinder eine neue brennende Kerze: so löscht sie auf der Stelle aus. Bringt man ein Thier, etwa einen Vogel, in dieselbe, so zeigt es bald eine große Unbehaglichkeit und Beschwerlich-

keit im Athmen, und nach kurzer Zeit fällt es betäubt nieder und stirbt, wenn man nicht den Cylinder aufhebt und frische Luft zuläßt. Die brennende Kerze hat daher die abgesperrte Luft zum Brennen und zum Athmen untauglich gemacht, und da $\frac{1}{10}$ der ganzen Luft verschwunden ist: so muß derjenige Bestandtheil, welcher das Verbrennen und das Athmen möglich macht, durch die brennende Kerze verzehrt worden sein.

Dieser Schluß ist indeß ein etwas übereilter; denn bringt man in eine solche Luft brennbare Körper, welche leichter entzündlich als eine Kerze sind, z. B. Phosphor: so läßt sich dieser entzünden und brennt eine Zeit lang fort. Wie dieß geschieht, zeigt Ihnen ein mit chemischen Experimenten Vertrauter besser, als ich es Ihnen beschreiben kann. Nach dem Erkalten der erhitzten und ausgedehnten Luft ist das Sperrungswasser abermals um ungefähr $\frac{1}{10}$ der Höhe des Cylinders gestiegen. Nun giebt es aber keinen brennbaren Körper mehr, welcher in dieser Luft noch brennen kann, und es versteht sich von selbst, daß noch weniger irgend ein Thier in dieser Luft zu athmen vermag. Deßhalb hat man diese rückständige Luft Stickluft oder Stickgas genannt, und genau gemessen, beträgt sie 79 Procent von der ganzen Luftmenge. Die Luft, welche durch das Verbrennen verbraucht wurde, ist das Ihnen schon aus meinem ersten Briefe (S. 13) bekannte Sauerstoffgas, dessen Menge 21 Procent beträgt. Diese beiden Luftarten sind die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft, und ihre Quantitäten

verändern sich in verschiedenen Zeiten so wenig, daß man lange geglaubt hat, das räumliche Verhältniß beider sei ein ganz unveränderliches.

Im ersten Briefe (S. 15) und an verschiedenen anderen Stellen habe ich schon das Kohlensäuregas als einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft erwähnt. Seine Menge ist aber sehr gering und veränderlich, im Durchschnitte nur ungefähr $\frac{4}{10000}$ von der ganzen Luft. Von der Gegenwart dieses Gases überzeugen Sie Sich, wenn Sie klares Kalkwasser (eine Auflösung von gebranntem Kalke in Wasser) an der Luft längere Zeit stehen lassen. Sie bemerken dann einen Rahm auf dem Wasser, der eine Verbindung der Kohlensäure mit dem Kalke ist und sich, als unauflöslich im Wasser, ausscheidet.

Die vierte, der Luft wesentliche Gasart ist der Wasserdunst oder das Wassergas, d. h. das im luftförmigen Zustande darin enthaltene Wasser. Ich habe nicht nöthig, Sie aufmerksam zu machen, wie man sich von der Gegenwart dieses luftförmigen Wassers überzeugt. Sie sehen ja Regen, Schnee, Hagel und Thau aus der Atmosphäre sich niederschlagen. Trübt sich der heitere Himmel, bilden sich Wolken und fällt bald darauf Regen nieder: so zeigt sich zwischen dieser Erscheinung und dem Schwitzen unserer Fenster eine Beziehung. Denn beschlagen sich die Fensterscheiben mit Wasser, wenn es außen kalt wird: so können Sie auf keine andere Vermuthung kommen, als daß dieser wässrige Niederschlag von der Luft herrühren müsse, in

welcher dieses Wasser im unsichtbaren, d. h. luftförmigen Zustande enthalten war.

Keine Luft in der Atmosphäre ist größeren Schwankungen unterworfen, als das Wassergas. Je wärmer es ist, desto mehr verdunstet Wasser, und desto reicher ist die Luft an luftförmigem Wasser. Daher beträgt seine Menge zur Sommerzeit mehr, als im Winter.

Aber auch die Richtung des Windes hat auf diese Menge Einfluß. Wird uns durch den Westwind die Luft vom atlantischen Meere zugeführt, auf dessen ungeheurer Wasserfläche der Verdunstungsproceß ununterbrochen von Statten geht: so ist sie reich damit beladen, und deßhalb entladet sie sich ihres Ueberflusses so leicht durch Regen. Daher ist auch der Westwind ein selten trügendes Kennzeichen heran nahenden Regens. Beim Ost- und Nordwinde hingegen, wo die Luft über weit ausgedehnte Länder streicht, kann sie nicht viel Wasser durch Verdunstung aufnehmen, und um so weniger, da sie dann aus kälteren Regionen kommt und deßhalb auch den Verdunstungsproceß weniger begünstigt. Diese Winde sind trocken und kalt, und so lange sie wehen, regnet es kaum jemals.

Außer diesen vier wesentlichen Bestandtheilen der atmosphärischen Luft enthält sie noch unzählige andere Dünste und Luftarten; aber meist in so außerordentlich geringen Mengen, daß sie der Chemiker nicht mehr nachweisen kann. Bedenken Sie, daß sich aus Pflanzen, Menschen und Thieren, besonders aus faulenden

Körpern, aus Sümpfen u. s. w. Dünste und Luftarten unaufhörlich entwickeln und in die Luft sich verbreiten, wo sie ihre Gegenwart durch unangenehme Gerüche anzeigen, daß sogar aus dem Innern der Erde, wie z. B. aus Steinkohlen, brennbare Gase aufsteigen: so begreifen Sie, daß ebenso wie das Meer alles enthält, was auflöslich ist auf Erden, die Atmosphäre alles in sich schließen muß, was flüchtig ist.

Nun haben Sie die Bestandtheile einer Luft kennen gelernt, ohne welche weder Pflanzen noch Thiere leben, noch brennbare Körper verbrennen können. Ich zweifle nicht, es wird Ihr Nachdenken erwecken, wie solche, dem Anscheine nach so verschiedenartige Vorgänge auf unserer Erde von denselben Bedingungen abhängen können. Um das Ueberraschende noch zu steigern, bemerke ich, daß auch die Luft es ist, welche die Fäulniß pflanzlicher und thierischer Substanzen bedingt, und daß, wie ich schon früher angeführt habe, Gesteine nur zerstört werden, wenn sie der Luft oder dem mit Luft getränktem Wasser ausgesetzt sind.

Unsere Sprache bezeichnet diese Zerstörung sehr treffend mit dem Worte Verwitterung und deutet dadurch die Ursache dieser Veränderung an. Gewiß ist dieses Wort bei weitem älter, als die dürftigste Kenntniß von dem Zusammenhang der Dinge in der Natur. Es hat seinen Ursprung zu einer Zeit genommen, wo man nicht die entferntesten Begriffe von den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft und ihren Eigenschaften hatte. Aber eben deßhalb ist es ein merkwürdiges

Zeugniß, wie ein Volk, noch in der Begründung seiner Sprache begriffen, eine so richtige Beobachtungsgabe besitzen konnte, die Beziehung eines Naturverhältnisses, welches noch jetzt manchen hochgebildeten, aber in der Natur fremden Gelehrten entgehen dürfte, zu begreifen. Wer zuerst die allmälige Zerstörung der Felsen Verwitterung nannte, und dadurch die Beziehung dieser Erscheinung zum Wetter, welches seinen Sitz in der Atmosphäre hat, ausdrückte, war ein Naturforscher mit trefflicher Beobachtungsgabe. Er war es um so mehr, da ein Menschenleben meist unzureichend ist, merkliche Veränderungen in den meisten Gesteinen wahrzunehmen. Doch entschuldigen Sie diese, durch eine vielleicht zu große Schätzung unserer trefflichen Muttersprache herbeigeführte Abschweifung von unserm Gegenstande.

Das organische Leben, die Entwicklung und Zerstörung seiner Producte, die Zerstörung des Brennbaren durch das Feuer und der starren Gebilde unserer Erde: alles Wandelbare auf ihr ist also an die Existenz der Atmosphäre geknüpft.

Wenden Sie nicht ein, daß auf einer Erde ohne Atmosphäre, auf der sich aber Gewässer bewegen, auch Zerstörungen stattfinden würden. Daß unter solchen Umständen nur unorganische Massen, Felsen, zerstört werden könnten, ist von selbst klar; denn ohne Luft würde sich auf unserer Erde nie ein Pflanzen- und Thierreich entwickelt haben. Aber selbst die Zerstörung starrer, unorganischer Gebilde würde, wenn die Atmo-

sphäre fehlte, nur eine mechanische sein. Die von unsern Dächern herabfallenden Wassertropfen höhlen nach und nach die Pflastersteine aus. Das in Spalten und Risse der Felsen sickernde und zur Winterzeit darin frierende Wasser treibt, wie ein Keil, das Gestein auseinander. Thaut es zur Frühlingszeit wieder auf, so stürzen größere oder geringere Gesteinmassen herab. Die Schneelavinen in den Alpen reißen Felsenblöcke von erstaunlicher Größe mit sich fort. Zur Regenzeit führen die von Bergen herabfließenden Gewässer feine und gröbere Theile der Gesteine herab. Alles dieses sind aber bloß mechanische Wirkungen. Die durch Frost zersprengten Felsen, die durch strömende Gewässer zermalmten und zu so feinem Schlamme zertheilten Gesteine, daß sie vom Wasser getragen werden, sind noch von demselben Material, wie die Berge, von denen sie losgerissen wurden. Nehmen Sie eine Veränderung des Gesteins in dem Schlamme wahr, der sich aus trüben Gewässern absetzt, finden Sie, daß etwa seine grüne Färbung in dem daraus entstandenen Schlamme, nicht mehr zu erkennen, sondern in braungelbe übergegangen ist: so bitte ich nicht zu vergessen, daß die mit dieser Farbenveränderung verknüpfte materielle Veränderung einzig und allein von der Luft abhängt. Gäbe es auf Erden bloß einen Wasserlauf ohne eine Atmosphäre: so würde der bis zu den feinsten Theilen zerkleinerte Fels noch aus derselben Masse, wie zuvor bestehen. Könnten diese Theile wieder zusammengekittet werden, so würde derselbe Fels wieder neu erstehen.

Sie sehen, das Wandelbare auf Erden ist an eine Atmosphäre geknüpft. Wäre das Unwandelbare eines unorganischen Reiches der Selbstzweck seiner Schöpfung: so würde die Allmacht keine Atmosphäre geschaffen haben.

Zwei und dreißigster Brief.

Meine Aeußerung über die Mondbewohner im sieben und zwanzigsten Briefe (S. 260) gab Ihnen Veranlassung, nach meiner Ansicht von den Flüssen, Landstraßen u. s. w., die man mit guten Teleskopen im Monde gesehen haben will, zu fragen. Nichts Besseres kann ich darauf erwiedern, als das, was der Astronom Mädler, dem wir treffliche Mondkarten und viele Kenntnisse vom Monde verdanken, hierüber sagt.

Die Aehnlichkeit der sogenannten Rillen oder Spalten, die zwischen zwei steilen parallelen Wänden hinziehen und einen engen, oft schnurgeraden, meist aber schwach gebogenen Lauf nehmen, mit Flüssen der Erde ist, bei näherer Betrachtung, sehr gering. Die gleiche Breite, welche sie meist auf ihrem ganzen Zuge behalten, ihr Anfangen und Aufhören mitten in einer Ebene, ihre geringen Krümmungen, die Seltenheit der Vereinigung mehrerer, sprechen nicht für diese Ansicht. Manche ziehen von Berg zu Berg, andere zeigen sich in

der Mitte deutlicher, als an beiden Enden. Gewiß ist es, daß die Flüsse unserer Erde, aus großer Ferne gesehen, einen ganz andern Anblick gewähren.

Ist es schon mißlich, die Naturformen unsers Erdkörpers mit denen des Mondes in Parallele zu stellen, so gilt dieß noch weit mehr von Producten des Kunstfleißes. An ein Bewohnen des Mondes von, Menschen ähnlichen Geschöpfen, darf nicht gedacht werden. Weit weniger wesentliche Verschiedenheiten, als wir in der That finden, würden schon hinreichen, den Schluß zu begründen, daß er kein Aufenthaltsort für Menschen sei. Wie unwahrscheinlich ist es also, daß sich auf dem Monde etwas finden sollte, was unseren Städten und anderen Bauten ähnlich wäre? — Die Mannichfaltigkeit der Natur ist so groß, und selbst die wenigen besonderen Merkmale, welche wir an den verschiedenen Körpern unseres Sonnensystems bemerken, zeigen uns so sehr das Eigenthümliche eines jeden derselben, daß es wohl nicht leicht einen Weltkörper geben dürfte, der nichts als die Reproduction eines anderen wäre. Bei Straßen denkt man doch zunächst an ein Zugänglichmachen eines schwierigen Terrains; eine solche Absicht läßt sich aber bei den Mond-Rillen nicht erkennen. Wozu übrigens die ansehnliche Breite von mehreren tausend Fuß, wozu die hohen und steilen Wälle, wozu das Hindurchführen durch tiefe Krater? —

Die Tages- und die Jahreszeiten, die klimatischen und alle Verhältnisse auf dem Monde sind so ganz anders, wie auf unserer Erde, daß Sie dem, was

Mädler über die vermeintlichen Landstraßen auf jenem Weltkörper sagt, beistimmen dürften.

Man vergesse nur nie, fährt er fort, daß es eine Menge von Dingen giebt, die sich für uns gleichsam von selbst verstehen, und die wir, ihre Nothwendigkeit von Kindheit an fühlend, uns nur schwer hinweg zu denken vermögen, die aber dennoch, genau geprüft, durchaus nur durch die speciellen Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten unsers Erdkörpers bedingt sind. Wir wohnen in Häusern; denn die Atmosphäre der Erde ist zu veränderlich und rauh, als daß wir uns ohne dieselben fortdauernd wohlbefinden könnten. Wir bauen Straßen, ohne welche die Fortschaffung von Lasten schwierig und unsere eigene zu sehr gehemmt sein würde. Auf dem Monde, wo man, um einen Centner zu heben, nicht mehr Kraft, als für 17 Pfund Last auf der Erde braucht, könnte das Bedürfniß Straßen zu bauen, nicht so hervortreten, wie bei uns.

Wir errichten Dämme; denn ein Hauptbestandtheil des Erdkörpers, das Wasser, verändert seine Lage zu schnell und zu oft, als daß es für den Menschen und seine Werke, in Ermangelung derselben, hinreichende Sicherheit geben könnte. Wir führen künstliche Befestigungen auf; denn die Zeit des ewigen Friedens ist für unsere Erde noch nicht gekommen, und die der Unschuld längst vorüber.

Wie wenig gehört aber dazu, um ganz andere Dinge an die Stelle der genannten treten zu lassen! — Man vermindere in Gedanken die Schwerkraft auf unserer Erde

nur auf die Hälfte der gegenwärtigen, und weder der Mensch, noch irgend ein Thier oder eine Pflanze werden bleiben, was sie jetzt sind. Kein Gewässer wird in den alten Bahnen fließen, und in seinem früheren Niveau sich erhalten, kein Bau, keine Maschine mehr nach den früheren Regeln errichtet werden: alles wird eine andere Gestalt gewinnen.

Bedenken Sie, daß auf dem Monde ein Körper, um von gleicher Höhe herabzufallen, $2\frac{1}{2}$ Mal mehr Zeit, als auf der Erde braucht, daß dort mit gleichen Kräften $6\frac{1}{2}$ Mal höher oder weiter, als hier geworfen werden kann: so wird es Ihnen gewiß anschaulich, wie dort alles anders, als hier sein müsse.

Bei allem, was wir in fremden Weltkörpern und selbst auf dem uns nahen Monde wahrnehmen, bleibt die wahrscheinlichste Vermuthung, daß wir Naturwerke vor uns sehen, oder die Kunst müßte dort nach einem riesenhaften, unsere Begriffe übersteigenden Maaßstabe arbeiten. Wenn man vernünftige Wesen auf andern Weltkörpern annehmen will, so muß man ihrer Vernunft auch zutrauen, daß sie ihre Lebenseinrichtungen der Naturöconomie ihres Wohnorts gemäß treffen, nicht aber von unserer Erde entlehnen werden.

Obwohl die Astronomen die Größe der Weltkörper unsers Sonnensystems, ihre Bahn um die Sonne und ihre Umlaufsgeschwindigkeit mit einer bewunderungswürdigen Genauigkeit berechnet haben, obwohl die Beobachtung mit bloßen Augen zeigt, daß die Sonne und der Mond eine Kugelgestalt, wie unsere Erde ha-

ben, und mäßig vergrößernde Fernröhre dieselbe Gestalt auch an den übrigen Planeten wahrnehmen lassen: so wissen wir doch von den Massen selbst, woraus diese Weltkörper bestehen, nur sehr wenig.

Gute Fernröhre zeigen uns im Monde eine große Anzahl von Flecken, die sich zum Theil als Berge, als Thäler und Schluchten oder als große und weit verbreitete Ebenen deutlich erkennen lassen. Man unterscheidet Ringgebirge, Krater, Kettengebirge, Bergkegel, Rillen oder Bergadern, Schluchten oder Löcher und sogenannte Meere. Die ungemeine Höhe der Gebirge, womit der Mond ganz bedeckt ist, und welche die Astronomen zu messen Mittel gefunden haben, fällt vor allem auf. Die höchsten Gebirge auf unserer Erde steigen im Himalajagebirge bis 24000 par. Fuß; sie machen den 820sten Theil des Erdhalbmessers aus. In dem viel kleineren Monde dagegen giebt es Berge, die sich über 25000 par. Fuß erheben, und schon den 223sten Theil seines Halbmessers betragen. In Beziehung auf die Halbmesser beider Weltkörper sind daher die Berge des Mondes fast viermal größer, als die der Erde.

Sie erinnern Sich aus dem siebenten Briefe (S. 150), daß die Astronomen auch Mittel gefunden haben, die Dichtigkeit der Weltkörper unsers Sonnensystems zu bestimmen. Sie fanden, daß der Mond eine etwas geringere Dichtigkeit, als unsere Erde, nur $\frac{5}{7}$ von der der letzteren besitzt. Bestände nämlich der Mond aus der Masse der Erde, so würde er $1\frac{2}{5}$ Mal so viel Ge-

wicht haben, als jetzt. Alle Schlüsse, die ich in jenem Briefe (S. 153) aus der nahen Uebereinstimmung der Dichtigkeiten des Mercurs, der Venus und des Mars mit der unserer Erde in Beziehung auf die Aehnlichkeit der unorganischen Bestandtheile gezogen habe, gelten demnach auch für den Mond. Dieser unser Trabant kann mithin aus denselben Gebirgsarten in der Kruste und aus demselben Kerne bestehen, wie unsere Erde.

Wenn jeden Falls die Aehnlichkeit der unorganischen Bestandtheile der Erde und des Mondes mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als ihre Unähnlichkeit hat: so müssen wir fragen, ob denn in anderen Verhältnissen eine totale Verschiedenheit zu vermuthen sei? —

Villeneuve und Novet sahen im Jahre 1787 an einer Stelle des Mondes einen hellen Punct, gleich einem Fixsterne der sechsten Größe, dessen Licht von Zeit zu Zeit ab- und zuzunehmen schien. Piazzi sah oft hellleuchtende Puncte zur Zeit des Neumondes und hielt sie für Brände. Herschel sah im April 1787 drei Lichtflecken, deren jeder nahe eine halbe geogr. Meile im Durchmesser hatte; er glaubte, daß sie Eruptionen aus Mondvulkanen wären. Dieselbe Meinung hegte Schröter von einem ähnlichen Lichte, während er ein anderes für eine Feuersbrunst hielt. Am 3. Mai 1715 sahe Louville in London zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterniß eine, einem Blitze ähnliche Erscheinung über den Mond ziehen.

Diese Gegenstände lenken unsere Aufmerksamkeit

auf die Vulkane, von denen man so viele im Monde gesehen haben will. Schröter scheint nicht zu zweifeln, daß es wirkliche, wenn gleich jetzt größtentheils schon erloschene Vulkane sind. Der bloße Anblick des Mondes, sagt er, zeigt schon, daß es hier in der Vorzeit sehr viele und gewaltige vulkanische Eruptionen gegeben habe, welche zu verschiedenen Epochen wiedergekehrt sind. Nach ihm müssen es ganz ungeheure innere Kräfte gewesen sein, welche die Berge des Mondes auf so große Höhen getrieben und aus mehreren von ihnen Vulkane gebildet haben, deren Krater 15, 20, ja selbst 30 geogr. Meilen im Durchmesser haben. Bedenken Sie, daß der Krater unsers Aetna nur eine Oeffnung von $\frac{1}{5}$ Meile und der unseres Vesuv's kaum eine Oeffnung von $\frac{1}{10}$ Meile hat: so müssen Ihnen jene Mondvulkane als wahre Riesen gegen unsere Erdvulkane erscheinen. Gruithuisen dagegen findet nirgends auf dem Monde Anzeichen von eigentlichen Kratern.

Sie entnehmen hieraus, wie selbst zwei der eifrigsten unter den neueren Beobachtern, welche so häufig und so sorgfältig ihre ausgezeichneten Fernröhre dem Monde zugekehrt haben, in dem was sie sahen, so wenig übereinstimmen. Deßhalb dürften Sie etwas mißtrauisch gegen alles werden, was bis jetzt über die Oberfläche des Mondes gesagt worden ist.

Sollte denn aber auch das, was von Feuerspuren, von Lichtfunken u. s. w. berichtet wird, auf Täuschungen beruhen? — Man sollte doch glauben, daß

Erscheinungen, die so hervortreten, wie Licht und Feuer, dazu keine Veranlassung geben könnten.

Nehmen wir die Realität dieser feurigen Erscheinungen an, so könnte man geneigt sein, daraus auf eine Atmosphäre zu schließen, ähnlich der, wie sie unsere Erde umgiebt. Erlauben Sie mir indeß, etwas näher in die Sache einzugehen.

Feuer, Flamme, Hitze, Licht, Brennen sind Worte, welche man sehr häufig im gemeinen Leben gebraucht, aber eben so häufig mit einander verwechselt. Feuer und Flammen rufen wir in der Regel durch Verbrennen brennbarer Körper hervor. Wir verbrennen Holz, Kohlen u. s. w. in unsern Oefen, um unsere Zimmer zu erwärmen; durch Oellampen, durch Kerzen oder durch brennbares Gas erleuchten wir sie. In diesen Fällen ist das Brennen die Ursache, die Hitze und das Licht oder die Flamme die Wirkung.

Wenn Sie Sich an elektrische Experimente erinnern: so werden Sie nicht zweifeln, daß Licht und Wärme auch ohne Verbrennen entstehen können. Die Funken, welche wir aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine mit dem Knöchel ziehen, die starken Funken, welche beim Entladen einer Leydner Flasche oder einer Batterie von mehreren solcher Flaschen erscheinen, verbreiten ein sehr helles Licht. Sie entzünden brennbare Körper, wie Aether, Baumwolle mit gepülvertem Harze bestreut. Kräftige Funken einer entladenen Batterie können sogar dünne Eisendrähte unter heftigem Funkensprühen entzünden. Da brennbare Körper nur durch

Hitze entzündet werden können, so muß auch der elektrische Funke Hitze haben, oder wenigstens fähig sein, jene so zu erhitzen, daß sie sich entzünden können.

Wir nennen jede Erscheinung, wobei sich Licht und Wärme entwickelt, eine Feuererscheinung; Feuer ist daher nichts anderes, als eine Entwicklung von Licht und Wärme.

Wir sind zu der wichtigen Thatsache gekommen, daß auch ohne Verbrennen Feuer entstehen kann. Wir müssen es daher für möglich halten, daß auch auf dem Monde Feuer erscheinen kann, ohne daß ein brennbarer Körper brennt. Die Chemie zeigt sogar Beispiele, daß manche Körper, wenn sie nur einander begegnen, sich mit einander verbinden und Feuererscheinungen hervorrufen. Vorausgesetzt, auf dem Monde finden wirklich Lichterscheinungen statt: so sind wir, wie Sie sehen, doch keineswegs berechtigt, daraus ohne weiteres auf die Gegenwart einer unserer Atmosphäre ähnlichen Mondatmosphäre zu schließen.

Mädler sagt sehr anziehend über eine Mondatmosphäre folgendes.

Die Fragen über Stromsysteme, über die vermeintlichen Meere, die Atmosphäre und die Vulkane auf dem Monde stehen in genauestem Zusammenhange. Unsere atmosphärische Luft und jede andere Luftart, die wir kennen, ist strahlenbrechend und schwächt zugleich den hindurchgehenden Lichtstrahl, beides im Verhältnisse ihrer Dichtigkeit, wozu noch Temperatur und andere modificirende Ursachen kommen. Vermöge der

Strahlenbrechung sehen wir z. B. die Sonne länger am Horizonte, als wir sie außerdem sehen würden. Wir sehen ihren unteren Rand erst untergehen, wenn der eigentlichen Richtung nach bereits der obere im Untergange begriffen sein müßte, und so wird jeder Himmelskörper scheinbar erhoben. Stellen wir uns vor, wir ständen außerhalb der Erde, so müßte dasselbe erfolgen, wenn wir die Erde einen Stern bedecken sähen; er würde demnach den Rand der Erde später erreichen und früher wieder verlassen. Die Atmosphäre schwächt aber auch das Licht. Wir sehen sehr entfernte Gegenstände deßhalb nicht bloß kleiner, sondern auch in viel bleicheren Farben und unbestimmteren Umrissen, selbst wenn wir das Fernrohr zu Hülfe nehmen. Wir sehen deßwegen die Sterne am äußersten Horizonte gar nicht mehr, und Sonne und Mond fast glanzlos. Aus diesem Grunde würden wir, von einem entfernten Standpuncte aus, den Stern bleicher werden sehen, so wie er die Grenze der Atmosphäre erreicht, und er würde an einem Puncte, der noch nicht der Erdrand selbst wäre, schon verschwinden, keineswegs aber den Rand erreichen und sodann plötzlich erlöschen.

Für den Anblick der Erdoberfläche aus der Ferne würde die Atmosphäre eine Schwächung und verminderte Deutlichkeit der Gegenstände zur Folge haben, und zwar würden die, nach den Rändern der Erdscheibe zu liegenden Gegenstände weit undeutlicher, als die auf der Mitte erscheinen, weil bei jenen der zu uns gelangende Lichtstrahl die dichteren Schichten der Atmo-

sphäre eine bedeutende Strecke hin gleichsam der Quere nach durchschneiden müßte, während er von der Mitte aus auf dem kürzesten Wege rechtwinklich hindurchginge. In der That zeigt sich beim Jupiter und Mars eine verminderte Deutlichkeit bei den, den Rändern näheren Gegenständen ganz entschieden. Allein diese Planeten sind so weit von uns entfernt, daß eine strahlenbrechende Atmosphäre von der Höhe der unsrigen, von der Erde aus gesehen, eine nicht mehr direct wahrnehmbare Größe wäre.

Der Mond hingegen steht uns nahe genug, um alle hier erwähnten Wirkungen deutlich hervortreten zu lassen, wenn die Ursachen derselben vorhanden wären. Gleichwohl haben sorgfältige Beobachtungen nichts davon gezeigt. Es bleibt also nur die Wahl übrig zwischen den Annahmen: 1) der Mond habe gar keine Atmosphäre, oder 2) dieselbe sei so schwach, daß ihre strahlenbrechenden und lichtschwächenden Wirkungen für uns unbemerkbar bleiben. müßten, oder 3) die luftförmige Umhüllung der Mondkugel sei weder strahlenbrechend noch lichtschwächend.

Da die erste Annahme für denjenigen, der die Bewohner des Mondes denen der Erde wo nicht gleich, doch möglichst ähnlich annehmen will, unbequem ist: so hielt man sich lange an die zweite. Eine Spur der Strahlenbrechung will Schröter in dem, von ihm beobachteten Dämmerlichte an den Hörnern des Mondes gefunden haben. Hiernach berechnete er, daß die Dichtigkeit der Mondatmosphäre $\frac{1}{28}$ der unsrigen

sei; allein die Schlüsse aus jenen Beobachtungen sind höchst unsicher. Der verstorbene ausgezeichnete Astronom Bessel zeigte, daß selbst die günstigsten Zugeständnisse, die man in Beziehung auf eine durch Beobachtungen nicht mehr zu erforschende, gleichwohl aber vorhandene Strahlenbrechung machen könne, doch nur eine Dichtigkeit der Mondluft von $\frac{1}{968}$ der Erdluft zuließen.

Was endlich die dritte Annahme betrifft, so liegt sie gänzlich aus dem Bereiche unserer Wahrnehmung; sie kann also durch Beobachtungen weder bewiesen noch widerlegt werden. Aber eine elastische Flüssigkeit dieser Art wäre von unserer Luft auch qualitativ so durchaus verschieden, daß man sie nicht mehr mit diesem Namen bezeichnen könnte. Sie könnte z. B. keinen Wasserdampf enthalten; denn dieser ist strahlenbrechend. Der ganze Kreislauf des Wassers, und mithin dieses selbst, fiele dadurch hinweg; auch unser Feuer würde in einer solchen Flüssigkeit nicht brennen u. s. w.

Wir sehen, daß die Beobachtungen uns keine Möglichkeit gestatten, eine Naturöconomie auf dem Monde anzunehmen, die mit der der Erde Aehnlichkeit hätte. In vollkommener Uebereinstimmung stehen damit die Wahrnehmungen, daß die Mondgebilde, soweit unsere Atmosphäre kein Hinderniß entgegensetzt, niemals getrübt erscheinen. Ist ein Ringgebirge deutlich zu sehen, so sind es alle Gegenstände auf dem Monde verhältnißmäßig auch.

Der Mond kann demnach keine Copie der Erde

sein, und die gänzliche Verschiedenheit der dortigen Naturverhältnisse macht eine nicht minder große Verschiedenheit der Lebensformen auf beiden Weltkörpern unabweisbar. Es befinden sich also keine Menschen auf dem Monde. Ich läugne, damit beschließt Mädler seine interessanten Betrachtungen, absolut die Möglichkeit, daß Menschen oder menschenähnliche Geschöpfe den Mond bewohnen, bewohnt haben, noch je bewohnen werden; ich würde dieß selbst dann noch läugnen, wenn Wasser, Luft und Feuer auf ihm nachweisbar wären. Damit sind aber keineswegs Geschöpfe überhaupt, noch auch vernünftige insbesondere ausgeschlossen: ihr Dasein ist vielmehr höchst wahrscheinlich.

Erlauben Sie, diesen Betrachtungen einige Bemerkungen hinzuzufügen. Die Annahme, der Mond habe entweder gar keine Atmosphäre, oder eine luftförmige Umhüllung, die weder strahlenbrechend noch lichtschwächend ist, schließt die entfernteste Aehnlichkeit zwischen einem organischen Leben auf dem Monde und auf der Erde gänzlich aus. Nur die Annahme, der Mond habe eine Atmosphäre, die aber bei weitem dünner, als die unserer Erde sei, läßt noch einigermaßen eine solche Aehnlichkeit zu.

Wesen, wie wir und die Thiere, müssen mit jedem Athemzuge eine gewisse Quantität Luft dem Blute zuführen, damit die im ein und zwanzigsten Briefe (S. 117) beschriebenen Veränderungen im Blute von Statten gehen können. Wir nehmen beim normalmäßigen Athmen mit jedem Athemzuge dieselbe Menge

Luft, dem Raume nach, auf. Ist die eingeathmete Luft halb so dünn, als die an der Meeresfläche: so nehmen wir, dem Gewichte nach, nur halb so viel Sauerstoff, als von letzterer auf. Auf einem Berge, wie z. B. auf dem Orteles in Tyrol, ist die Luft beinahe halb so dünn, wie an der Meeresfläche. Dort müssen wir also 2 Mal so schnell athmen, als an der Meeresfläche, wenn wir dem Blute dieselbe Menge Sauerstoff, wie hier, zuführen sollen. Das Athmen wird daher auf solchen Höhen schon etwas beschwerlich, und diese Beschwerlichkeit nimmt zu, wenn der Mensch noch größere Höhen besteigt. Wäre, nach Schröter, die Luft auf dem Monde nur $\frac{1}{28}$ Mal so dünn, wie auf unserer Erde: so würden wir und die Thiere in einer solchen Luft nicht mehr athmen können. Kleine Thiere unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, zeigen dieß; denn bei einem gewissen Grade der Verdünnung sterben sie.

Es ist indeß zu bemerken, daß diese Experimente kein reines Resultat geben; denn der Tod dieser Thiere erfolgt weniger durch die Verdünnung der Luft, als dadurch, daß die in ihren Gefäßen eingeschlossene Luft sich in dem Verhältnisse ausdehnt, als die äußere verdünnt wird. Daher werden die Thiere unter der Glocke der Luftpumpe stark aufgeblasen und es zerplatzen ihre Gefäße. Ueberdieß wird ihr Tod dadurch beschleunigt, daß sie in einer eingeschlossenen Luft, wenn sie eine Zeit lang darin athmen, ersticken, weil sie die Luft durch das Athmen verderben.

Wir können uns aber Geschöpfe als möglich denken, welche Blut von solcher Beschaffenheit besitzen, daß $\frac{1}{28}$ von dem Sauerstoffe, welchen wir zum Athmen gebrauchen, hinreicht. Ein solches Blut würde freilich sehr verschieden von dem unsrigen sein.

Ist die Mondluft noch dünner, ist sie nur $\frac{1}{968}$ Mal so dünn, wie unsere Atmosphäre: so kann man nicht geradezu behaupten, daß nun die Möglichkeit einer Existenz von Wesen, in denen eine Flüssigkeit circulirt, welche unserm Blute ähnlich ist, und die durch das Athmen einen Theil ihres Kohlenstoffs verliert, gänzlich schwindet. Aber dieß können wir nicht mehr einsehen, wie wässrige Flüssigkeiten in einer so sehr verdünnten Luft überhaupt existiren können, ohne sich zu verflüchtigen. Hier kommen wir also auf Verhältnisse, welche mit den irdischen nicht mehr zu einigen sind. Es schwinden daher unsere Vorstellungen.

Mit Ausnahme der Knochen, besteht der Körper der Menschen und aller Thiere aus den Bestandtheilen der Atmosphäre, und dieß ist um so begreiflicher, da die Pflanzen, unsere näheren oder entfernteren Nahrungsmittel, ihre Bestandtheile mehr oder weniger aus der Atmosphäre ziehen, wie Sie aus meinen beiden ersten Briefen ersehen haben.

Unter der Voraussetzung, daß eine Mondatmosphäre aus denselben Bestandtheilen, wie unser Luftkreis bestände, würde jeder derselben eben so verdünnt sein, als es die ganze Atmosphäre ist. In einer solchen Luft dürfte aber das Pflanzenwachsthum in einem sehr schwa-

chen Grade von Statten gehen, da sich die Nahrungsmittel den Pflanzen in einem so überaus verdünnten Zustande darbieten würden. Wir können, wenn wir solche lunare Verhältnisse mit unseren irdischen Augen abmessen, schätzen, daß der Ertrag der Vegetation auf dem Monde in gleicher Zeit nur $\frac{1}{968}$ von dem auf unserer Erde sein würde. Schätzen wir gleichfalls die Größe der uns ähnlichen vernünftigen Geschöpfe auf dem Monde, wenn es solche giebt, nach der Menge der ihnen zu Gebote stehenden Nahrung: so würden diese Mondgeschöpfe noch nicht eine Linie, also nicht einmal so groß, wie kleine Ameisen sein.

Diese Bemerkungen können Ihnen nur als ein unvollständiges Bild von Dingen erscheinen, von denen wir uns eigentlich kein Bild machen können; denn da, wo eine so große Verschiedenheit der Verhältnisse stattfindet, können Schlüsse nach Analogie, die uns in anderen Fällen mit ziemlicher Sicherheit leiten, nicht mehr Platz greifen.

Wie abweichend aber diejenigen Verhältnisse auf dem Monde von denen der Erde sind, welche Einfluß auf die Vegetation haben, ja dieselbe bedingen, davon können wir uns leicht ein Bild machen, oder es ist wenigstens leicht die Ueberzeugung zu gewinnen, daß diese Verhältnisse auf dem Monde sehr ungünstig sind.

Die Tage des Mondes sind $29\frac{1}{2}$ Mal länger, als unsere Tage. Der Tag dauert also dort $14\frac{3}{4}$ Erdentag und eben so lang die Nacht. Die dortige Nacht wird aber durch unsere Erde erhellet; denn diese geht

für den Mond weder auf noch unter: sie steht für ihn fest am Himmel. Doch zeigt sich diese Erscheinung nur auf der uns zugewendeten Seite des Mondes; auf der davon abgewendeten wird unsere Erde nie gesehen.

An den beiden Polen des Mondes ist, wie auf unserer Erde, ein ewiger Winter; dagegen am Aequator ein immer währender Sommer. Der Mond hat also keine eigentlichen Jahreszeiten; seine Tage sind das ganze Jahr von nahe gleicher Länge. Nennt man den Umlauf des Mondes um die Erde sein Jahr: so ist dessen Länge gleich der seines Tages, wenn man unter Tag die Zeit von einem Aufgange der Sonne bis zum nächsten versteht.

Auf unserer Erde werden die in höheren Breiten, d. h. die den kalten Zonen näher liegenden Gegenden, welche im Winter einer sehr großen Kälte ausgesetzt sind, im Sommer durch die sehr langen Tage wieder beträchtlich erwärmt. Dagegen werden die Gegenden unserer heißen Zone, wenn abwechselnd in der nördlichen und südlichen Hälfte die Sonne ihren schiefsten Stand hat, etwas abgekühlt. Anders verhält es sich aber auf dem Monde, wo die den Polen näheren Orte die Sonne immerfort tief an ihrem Horizonte und die dem Aequator nahen Orte sie immer in der Nähe ihres Scheitels sehen und wo außerdem für alle Orte des Mondes die Tag- und Nachtzeiten durch das ganze Jahr nahe von gleicher Dauer sind.

Eigenthümliche Verhältnisse zeigen sich an den Polen des Mondes.

So wie auf den Polen unserer Erde ein halbjähriger Tag und eine halbjährige Nacht mit einander wechseln: so würde es auch auf dem Monde sein, wenn die dortigen Pole ein Tiefland bildeten. Würde man sich hingegen 1270 Fuß über dem Niveau des Mondpols erheben, so würde man schon so viel Himmelsansicht haben, daß der obere Rand der Sonne dem Auge nie ganz entschwinden könnte, und würde man sich etwa doppelt so hoch erheben: so würde man die ganze Sonne beständig am Horizonte im Gesicht behalten. Nun ist aber sowohl die Nord- als die Südpolgegend mit Bergen, die weit über diese Höhen hinausgehen, reichlich besetzt. Von diesen Bergen ist also stets irgend eine Seite des höher liegenden Theils beleuchtet. Dieses Licht wird in die Thäler der Umgegend zurückgeworfen, und sie befinden sich in der Dämmerung. Die obersten Gipfel dieser Berge kennen gar keine Nacht, sondern glänzen im ewigen Sonnenlichte. Licht ist auf unserer Erde eine Hauptbedingung des Pflanzenwachsthums; aber auch ohne Wärme können unsere Pflanzen nicht gedeihen. Sollte auf dem Monde die Vegetation so organisirt sein, daß das Licht ersetzte, was an Wärme fehlte: so würden gerade die Gipfel der Berge an den Polen mit einer immer währenden Vegetation bedeckt sein.

Außer den Polarzonen giebt es auf dem Monde eine große Menge von Orten, welche die Sonne niemals sehen, und einen eigentlichen Tag gar nicht kennen, sondern nur den Wechsel zwischen Dämmerung und

Nacht empfinden. Es sind diejenigen, die auf der Seite, von welcher sie allein Sonnenschein erhalten können, ein steiles und hohes Gebirge haben, welches ihnen die Sonne immerfort verdeckt. Auch auf der Erde, wie in einigen norwegischen Tiefthälern, in den Alpen und in den Gründen der sächsischen Schweiz, ist dieß der Fall, jedoch viel seltener. Diese Stellen haben auch nur eine geringe Ausdehnung, und überdieß sind die Schatten auf der Erde, weil unsere Atmosphäre viel Licht zurückwirft, nicht so dunkel, als auf dem Monde.

Sie überzeugen Sich, daß auf dem Monde keine von den Compensationen stattfinden, die auf unserer Erde so wohlthätig auf das Pflanzenreich wirken.

Nur in den heißen und in den beiden gemäßigten Zonen des Mondes kann überhaupt eine Vegetation gedacht werden; denn die beiden kalten sind, der angeführten Umstände wegen, ihr noch bei weitem mehr verschlossen, als auf unserer Erde. Wir sehen, wie günstig in unseren nördlichen Gegenden, wie im nördlichen Rußland und in Schweden, die langen Tage auf die Vegetation wirken; in einer viel kürzeren Zeit wird das Wachsthum des Getreides dort vollendet, als bei uns. Wir könnten daraus schließen, daß die noch bei weitem längeren Tage auf dem Monde eben so günstig wirkten, wenn nur nicht auf dieselben eben so lange und ohne Zweifel sehr kalte Nächte folgten. Pflanzen von ähnlicher Art, wie die unsrigen, würden gewiß in solchen langen Nächten erfrieren. Allerdings wird die

uns zugekehrte Mondhälfte zur Zeit, wenn es dort Mitternacht ist, oder wir Neumond haben, sehr stark, ja $13\frac{1}{2}$ Mal stärker von unserer Erde beleuchtet, als letztere vom Vollmonde. Allein da das Mondlicht unsere Erde noch nicht um $\frac{1}{100}$ Grad erwärmt, so kann auch das Erdlicht den Mond wenig oder gar nicht erwärmen. Sollte das Erdlicht als solches einigermaßen günstig auf die Mondvegetation in den langen Mondnächten wirken: so könnte sich ein solcher günstiger Einfluß doch nur auf der uns zugekehrten Mondhälfte äußern. Auf der entgegengesetzten sind die Nächte nur sternhell.

Nach den Vorstellungen, welche wir von der Vegetation haben, bleibt kaum eine andere Möglichkeit für eine Mondvegetation, als daß die zarteren, die nicht perennirenden Pflanzen des Mondes, seine Cerealien, so organisirt sein müßten, daß sie in einem Mondtage, d. h. in $14\frac{3}{4}$ Erdentagen oder, was dasselbe ist, in einem Mondsommer, ihr Wachsthum vollendeten.

In diesem Falle würde in der That eine Analogie zwischen der lunaren und irdischen Vegetation stattfinden. Der Kreislauf aus der Atmosphäre durch das Pflanzen- in das Thierreich würde dann auf dem Monde mehr als 12 Mal so schnell, wie auf unserer Erde erfolgen. Eben deßhalb brauchten die Nahrungsmittel der Pflanzen in der Mondatmosphäre nicht in einem so concentrirten Zustande, wie in unserer Atmosphäre, vorhanden zu sein. Damit würde auch eine schnellere Respiration der dortigen Geschöpfe und ein

geringerer Verbrauch an Sauerstoff in Verhältniß stehen. Gewiß würde aber auch das Leben vernünftiger Wesen auf dem Monde von kürzerer Dauer sein, und daraus wäre wiederum zu schließen, daß ihre Intelligenz nicht den Grad der unsrigen erreichen könnte.

Eine den Mond umgebende Atmosphäre könnte nur sehr dünn sein. Je dünner aber die Luft ist, desto weniger ist sie der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen fähig; dieß zeigt die Kälte auf hohen Bergen, wo die Luft gleichfalls dünner, als über der Meeresfläche ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind daher die Nächte auf dem Monde ungemein kalt, und die Tage brennend heiß, so daß von zwei zu zwei Wochen außerordentliche Temperatur-Wechsel dort stattfinden. Vielleicht, bemerkt Littrow, daß auf diese Art alle Feuchtigkeit: Flüsse, Seen, Wolken und Nebel des Mondes, durch eine Art von Destillation auf die andere, auf die Nachtseite desselben gebracht wird, woraus dann eine große Trokkenheit unter der verticalen Sonne und eine immer zunehmende Kälte und Feuchtigkeit auf der Nachtseite folgen würde. Vielleicht bilden sich dadurch auch eigene Wassersammlungen an den Lichtgrenzen des Mondes, die dann in jedem Monat die ganze Oberfläche desselben, gleich wandernden Seen, durchziehen. Auch wäre es möglich, daß eine immerwährende Verdunstung auf der Tag- und eine immerwährende Verdichtung auf der Nachtseite des Mondes die Extreme der Temperatur mäßigten; denn durch Verdunstung wird die Wärme gemindert, durch Verdichtung der Wasserdämpfe vermehrt.

Vielleicht hat der Inhalt dieses Briefes Sie zu der Ueberzeugung geführt, daß es in der That schwierig zu begreifen ist, wie auf dem Monde, unter so ungünstigen Verhältnissen, als sie dort stattfinden, Pflanzen wachsen und Thiere leben können. Menschen leben auf unserer Erde im hohen Norden, wo keine Pflanzen mehr gedeihen, und nähren sich von Fischen und Cetaceen (Wallfischen). Ein Thierreich ohne Pflanzenreich ist aber nicht denkbar. Unsere Polarmeere stehen in Communication mit den Meeren der wärmeren Zonen. Meeresströmungen führen die mit organischen Ueberresten getränkten Gewässer den Polarmeeren zu. Daher lebt auch in diesen das Thierreich vom Pflanzenreiche. Sollten aber auf dem Monde weder in der heißen Zone, noch in den Polarländern Pflanzen gedeihen: so fehlen lebendigen Geschöpfen die Nahrungsmittel. An das Nichtdasein eines Pflanzenreichs würde das Nichtdasein eines Thierreichs geknüpft sein.

Was ist aber die Bestimmung des Mondes, wenn er kein organisches Reich trägt? — Wir sind nicht gewohnt, der unorganischen Natur einen Selbstzweck zuzuschreiben. Auf unserer Erde ist sie nur die Dienerin für das organische Leben. Das Lebendige erfüllt unvergleichbar höhere und edlere Zwecke als das Leblose; wir sind daher genöthigt, lebende Geschöpfe überall, wo sie möglich sind, auch als wirklich anzunehmen.

Der verstorbene Littrow schildert mit lebendigen Farben den Nutzen des Mondes für unsere Erde. Er ist unter den Gestirnen des Himmels, bloß die

Sonne ausgenommen, für uns bei weitem das wichtigste. Er scheint nur der Erde wegen da zu sein. Alle andern Gestirne, selbst die schöne Venus und der mächtige Jupiter, sind für uns nur ein Edelstein mehr in der unermeßlichen Strahlenkrone des Himmels, die uns gleich dem Diademe mancher Herrscher nur mit ihrem Glanze blenden, ohne uns zu nützen, während der Mond durch ein enges Band der Freundschaft und der gegenseitigen Abhängigkeit mit der Erde verbunden ist. Er steht uns unter allen Himmelskörpern am nächsten, und seine Einflüsse auf uns sind daher so zahlreich, daß wir wahrscheinlich viele derselben noch gar nicht kennen. Er beleuchtet und verschönert unsere Nächte; seine anziehende Kraft hebt täglich zweimal das Weltmeer und treibt dadurch die Schiffe in die Häfen aus und ein. Die regelmäßige Abwechselung seiner Lichtgestalten gab uns die erste Basis unserer Zeitrechnung, ohne welche wir keine Geschichte hätten. Seiner schnellen Bewegung unter den Gestirnen verdanken wir die Kenntniß der Lage unserer Städte und Länder auf der Oberfläche der Erde und dadurch den Hauptinhalt unserer Geographie und die eigentliche Grundlage unserer Land- und Seekarten. Er leitet die Seefahrer mit Sicherheit durch unbekannte Meere; er hat einen unbestreitbaren Einfluß auf unsere Witterung und vielleicht selbst auf unsere körperliche und geistige Gesundheit.

Solcher wichtiger Zwecke wegen, dürfte vielleicht der egoistische Erdenbewohner ausrufen, konnte wohl die Allmacht einen Mond geschaffen haben; denn wer

wird läugnen, daß er dem organischen Erdenleben dient? —

Ehe ich von unserm Trabanten, und dann von Ihnen Abschied nehme, sei es mir erlaubt, von andern Einflüssen zu sprechen, die er auf irdische Verhältnisse haben soll. Diese Einflüsse haben zu den abenteuerlichsten Meinungen Anlaß gegeben. Die fruchtbare Einbildungskraft früherer Zeiten hat keinen Anstand genommen, sie in ein fertiges System zu bringen, lange bevor eine gründliche Beobachtung auch nur angefangen hatte, einige Data zu einem solchen zu liefern.

Daß die Mondstrahlen nicht wärmen, war längst bekannt; man ging aber so weit, ihnen einen erkältenden Einfluß zuzuschreiben. Man berief sich darauf, daß es in der Regel viel kälter sei, wenn der Mond scheint, als wenn er sich hinter Wolken verbirgt. Man hat von zwei gleichzeitigen oder coordinirten Erscheinungen die eine für die Ursache der andern genommen: ein Fehler, in den der Ununterrichtete bei Erklärung von Naturerscheinungen so häufig verfällt. Der Mond scheint, wenn der Himmel heiter ist, die Erde erkältet sich durch Ausstrahlung, wenn der Himmel heiter ist; sie erkältet sich aber nicht, weil der Mond scheint.

Die Krebse sollen bei zunehmendem Monde und im Vollmonde fetter sein, als im Neumonde. Man hat geschlossen, daß der Mondschein Einfluß auf das Fettwerden dieser Thiere habe. Die Ursache ist aber gewiß keine andere, wenn die Sache sich wirklich so ver-

hält, als daß die Krebse ihre Nahrung, der sie Nachts nachgehen, in mondhellen Nächten besser sehen, als in dunkeln. Es würde also keine besondere Einwirkung des Mondes, sondern eine Folge der Erleuchtung sein.

Der Einfluß des Mondes auf die Witterung ist gewiß nur äußerst gering. Bei der Erdferne des Mondes ist die Witterung durchschnittlich etwas heiterer und trockner, und um etwa ½ Grad wärmer, als bei der Erdnähe. Die größeren Veränderungen der Witterung haben sich dagegen bis jetzt als unabhängig von der Stellung und Entfernung des Mondes gezeigt. Sehr allgemein behauptet man, daß mit dem Eintritt des Voll- und Neumonds die Witterung sich häufiger ändere, als zu andern Zeiten. Es ist aber äußerst schwierig, hierüber zu entscheiden.

Mit diesen Witterungs-Einflüssen hängen auch wohl die Veränderungen zusammen, welche man im Pflanzen- und Thierreiche wahrgenommen haben will, so wie nicht minder der Einfluß des Mondes auf Krankheiten des Menschen, wenn überhaupt ein solcher stattfindet. Sehr gewichtige Autoritäten, wie Olbers, sind dagegen, wenn gleich die meisten Aerzte sich mehr oder minder dafür aussprechen.

Wenn nach unserm irdischen Leben die Vorsehung uns auf einen andern Weltkörper versetzen sollte: so hat es wohl wenig Wahrscheinlichkeit, daß wir dem Monde zugetheilt werden; die geschilderten Verhältnisse auf ihm sind wenigstens nicht von der Art, daß sie ein höheres Leben bedingen können. Ob aber nicht die

Astronomen, wenn ihnen die freie Wahl ihres jenseitigen Wohnorts gelassen würde, sich für den Mond entscheiden möchten? — Dort vereinigt sich in der That so vieles, daß dieser Weltkörper dem Astronomen, sowohl was das ungestörte, bequeme und deutliche Beobachten der Gestirne, als auch die größere Genauigkeit der Resultate betrifft, außerordentliche Vorzüge vor der Erde darbieten würde. Während ihm hier die Himmelskörper schnell aus dem Gesichtskreise seiner Fernröhre treten, könnte er dort den einmal gefaßten Stern lange ohne Störung beobachten; denn die scheinbare Bewegung der Himmelskörper ist auf dem Monde 27 Mal langsamer, als bei uns. Wenn Entdeckungseifer die Naturforscher in die Urwälder fremder Welttheile, auf die mit ewigem Schnee bedeckten Höhen, in die eisigen Gefilde der Polargegenden u. s. w. treibt, wenn sie Bequemlichkeit, Gesundheit opfern, ja selbst das Leben auf das Spiel setzen: so dürfte auch Beobachtungseifer die Astronomen auf unsern treuen Trabanten führen, wenn sie es vermöchten, und wenn nur ihre Existenz dort möglich wäre.

Bonn, gedruckt bei Carl Georgi.

Förster Buchh.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bischof, Gustav,

Populäre Briefe an eine gebildete Dame über die gesammten Gebiete der Naturwissenschaften

Bd.: 2

Pforzheim 1848

Phys.g. 42 c-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10130788-9